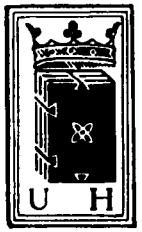


ISBN 88-203-2234-X

BALDASSINI

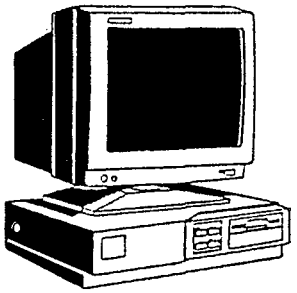
VADEMECUM PER DISEGNATORI E TECNICI

16ª EDIZIONE AGGIORNATA

HOEPLI

LUIGI BALDASSINI

VADEMECUM PER DISEGNATORI E TECNICI



16ª EDIZIONE AGGIORNATA

NORME DISEGNI TECNICI
MATEMATICA - FISICA
INGRANAGGI-MECCANICA
RESISTENZA MATERIALI
TABELLE NORMALIZZATI
PRODOTTI INDUSTRIALI
CUSCINETTI-TOLLERANZE
PRODOTTI SEMILAVORATI
DESIGNAZIONE MATERIALI

Unità di misura SI

3327 ILLUSTRAZIONI
1325 TABELLE
645 RIF NORM.

HOEPLI

NELLE EDIZIONI HOEPLI

Vittorio ARIOSI
Tecnica professionale, 3ª edizione
Pagine XX-516, con 540 figure in nero e a colori e 66 tabelle

Vittorio ARIOSI
Tecnica professionale. Per saldatori e saldocarpentieri, 3ª edizione
Pagine X-230, con 250 figure in nero e a colori e 28 tabelle

Mario BUCCINO
Il libro dell'aggiustatore moderno, 9ª edizione
Pagine XXIV-528, con 250 figure, 83 tabelle e 36 tavole

Mario BUCCINO
Il libro del fresatore moderno, 5ª edizione
Pagine XXVIII-708, con 450 figure, 144 tabelle e 10 tavole

Mario BUCCINO
Il libro del tornitore moderno, 8ª edizione
Pagine XX-597, con 260 figure, 74 tabelle e 24 tavole

Giuseppe CASINI
Calcolo e disegno meccanico per disegnatori, operai e tracciatori, 10ª edizione
Pagine XII-452, con 1150 figure e 180 tabelle

Nuovo COLOMBO
Manuale dell'ingegnere, 83ª edizione
(In preparazione)

Alberto FERRARESI
Disegno di costruzioni meccaniche e studi di fabbricazione, 3ª edizione
Vol. I: Pagine XII-276, con 538 disegni e 160 tabelle
Vol. II: Pagine XII-604, con 518 disegni e 192 tabelle

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

DISEGNI TECNICI **A**

MATEMATICA **B**

FISICA **C**

INGRANAGGI **D**

MECCANICA **E**

RESISTENZA MATERIALI **F**

TABELLE NORMALIZZATI **G**

PRODOTTI INDUSTRIALI **H**

CUSCINETTI **I**

TOLLERANZE **L**

PRODOTTI SEMILAVORATI **M**

DESIGNAZIONE MATERIALI **N**

INDICE ALFABETICO **O**

VADEMECUM PER DISEGNATORI E TECNICI

LUIGI BALDASSINI

VADEMECUM
PER
DISEGNATORI E TECNICI

NORME DISEGNI TECNICI
MATEMATICA - FISICA - INGRANAGGI - MECCANICA - RESISTENZA MATERIALI - TABELLE NORMALIZZATI - PRODOTTI INDUSTRIALI - CUSCINETTI - TOLLERANZE - PRODOTTI SEMILAVORATI - DESIGNAZ. MATERIALI

3327 illustrazioni e 1325 tabelle
645 riferimenti normalizzati

Unità di misura SI

SEDICESIMA EDIZIONE AGGIORNATA

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A., 1996
Via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge
e a norma delle convenzioni internazionali

Ristampa 1996

ISBN 88-203-2234-X

Collaboratore redazionale e operatore autoCAD:
Duccio Baldassini

Stampato da Legoprint S.r.l., Trento

Printed in Italy

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMITATO NAZIONALE DELLA PRODUTTIVITÀ
Il Presidente

... gli elementi tecnici del Comitato Nazionale hanno definito il «Vademecum» *un lavoro complesso ma semplificatore, elaborato con perfetta conoscenza tecnica, con molto senso pratico, utilissimo a tecnici e disegnatori del settore meccanico ...*

ON. IVAN MATTEO LOMBARDO

OFFICINE GALILEO
FIRENZE
Il Direttore

Ho avuto occasione di esaminare il Suo lavoro e mi sono formato la convinzione della utilità della Sua fatica, utilità da mettersi in particolare evidenza nel lavoro del disegnatore e del tecnico, che devono sopperire alle frequenti necessità di consultazione circa schemi di calcolo, dati specifici, ecc., con ricerche in manuali complessi, tabelle e cataloghi non sempre ordinati né completi.

Penso che il manuale che Lei ha elaborato, valendosi della Sua lunga e personale esperienza, serva ad eliminare gli inconvenienti di queste ricerche che non sempre riescono agevoli e finiscono per concludersi con una dannosa perdita di tempo.

Mentre mi congratulo con Lei per questa Sua opera, Le auguro che possa raggiungere, ed al più presto, l'utile scopo per il quale essa è stata preparata.

Dr Ing. FRANCESCO BRINI

ISTITUTO PROFESSIONALE PER L'INDUSTRIA
«LEONARDO DA VINCI»
FIRENZE

Il Vice Preside

Il «Vademecum per disegnatori e tecnici» *può essere — per gli studenti degli Istituti Professionali e degli Istituti Tecnici Industriali — un utilissimo complemento dei normali testi scolastici.*

In esso è infatti condensata una vastissima serie di dati, tabelle, normali — tutti aggiornatissimi — che evita la consultazione di manuali e cataloghi non sempre a portata di mano dello studente.

Si tratta di un'opera il cui contenuto e il frutto della personale esperienza di chi opera in un ufficio progetti e, sapendo «come si fa», conosce quindi «ciò che veramente occorre»

Niente di meglio quindi per avvicinare gli studenti alla pratica realtà di un particolare settore del loro futuro impiego, facilitando così il loro inserimento nel mondo del lavoro.

Prof. Dr Ing. ALESSANDRO GIANI

INDICE PER ARGOMENTI

(Indice alfabetico nella Sez. 0)

Sezione A - DISEGNI TECNICI

CAD, il disegno assistito dal computer	A-3 - 4
Formati dei fogli da disegno	A-5
Linee: tipi, grossezze, applicazione	A-6 - 7
Metodi di proiezione	A-8
Proiezioni ortogonali, assonometriche e prospettiche	A-9 - 16
Sezioni e rappresentazioni convenzionali	A-17 - 19
Convenzioni particolari di rappresentazione	A-20 - 22
Definizioni e principi di quotatura	A-23
Linee di misura e di riferimento	A-23 - 25
Sistemi di quotatura	A-25 - 28
Convenzioni particolari di quotatura	A-28 - 30
Indicazione delle tolleranze	A-30 - 34
Rappresentazione strutture di carpenteria	A-35 - 39
Rappresentazione schematica delle saldature	A-40 - 45
Rappresentazione convenzionale organi meccanici	A-46 - 48
Rappresentazione convenz. ingran. e guarnizioni	A-49 - 51
Tratteggi e zigrinature	A-52
Scritture sui disegni, dimensioni lineari	A-53
Programmazione manuale macch. comando numerico	A-54 - 56
Programmazione automatica macch. comando numerico	A-57 - 59
Progettazione meccanica	A-60
Progetto di un datore di moto armonico	A-61 - 63
Progetto di un codificatore	A-64
Progetto di un accelerometro	A-65
Progettazione con uso di acciai inox	A-66

Sezione B - MATEMATICA

Calcolatore elettronico	B-2
Fattori e numeri primi	B-3 - 6
Funzioni trigonometriche	B-7
Risoluzione dei triangoli	B-8 - 9
Area delle figure piane	B-10 - 11
Superfici e volumi dei corpi solidi	B-15 - 16
Misure angolari	B-17 - 18
Funzioni dell'evolvente	B-19 - 24
Sistema internazionale delle unita di misura SI	B-25 - 28
Equivalenza pollici - mm	B-29

Conversione pesi e misure SI - English B-30 - 32
Operazioni aritmetiche nelle espressioni algebriche B-33
Formule, rapporti e proporzioni B-34
Radice di un numero, potenze, allligazione B-35 - 36
Equazioni B-37
Proporzioni geometriche B-38 - 41
Numeri normali o di Renard B-42
Coordinate per fori distanziati B-43 - 44

Sezione C - FISICA

Tabella degli elementi C-2 - 3
Massa volumica solidi, liquidi, gas e vapori C-4 - 11
Velocita del suono nei vari materiali C-11
Calore specifico e temperatura di fusione C-12 - 14
Coefficienti di contrazione di alcuni corpi C-14
Conduttivita termica di solidi, liquidi e gassosi C-15
Temperat., volume, densita acqua, miscele frigorifere C-16
Quantita di calore (potere calorifico) C-17
Coefficienti di dilatazione termica C-18 - 19
Conversione scale termodin., scale di durezza di Mohs C-20

Sezione D - INGRANAGGI

Simboli, moduli, rapporti, dentiere di riferimento D-2 - 6
Ingranaggi cilindrici D-7 - 18
Ingranaggi FACE D-19 - 21
Ingranaggi per trasmissioni cicliche D-22
Ingranaggi elicoidali D-23 - 31
Grado di precisione ingranaggi cilindrici D-32 - 36
Ingranaggi a vite D-37 - 42
Ingranaggi conici D-43 - 44
Ingranaggi tecnoplastici D-45 - 47
Ingranaggi "Gleason" D-48 - 69
Ingranaggi di fusione D-70
Differenziali e loro applicazione D-71 - 73
Treni planetari o epicicloidali D-74 - 77
Materiali per ingranaggi D-78 - 81
Sforzi generati da trasmissioni D-82 - 84
Logaritmi dei rapporti per ingranaggi D-85 - 101

Sezione E - MECCANICA

Formule di meccanica E-2 - 12
Leva, carrucola, attrito, freni E-13 - 23
Meccanismi semplici E-24 - 27
Trasmissioni a cinghie trapezoidali E-28 - 38
Trasmissioni a cinghie dentate E-39 - 61
Trasmissioni a cinghie piatte E-62 - 63
Cinghie scanalate, trapez. piccole, per autoveicoli E-64 - 65

Ricerca dell'interasse di una trasmiss., comandi multipli E-66 - 67
Cinghi dentate "Breco" e Brecoflex" E-68 - 71
Catene a rulli E-72 - 74
Catene ad anelli, ruote ad impronte, ganci E-75 - 79
Catene silenziose E-80 - 84

Sezione F - RESISTENZA MATERIALI

Proprieta meccaniche dei materiali F-2
Carichi di sicurezza, sollecitazioni concentrate F-3 - 4
Moduli di elasticita, estensione e compressione F-5
Resistenza di flessione F-6
Momento d'inerzia, modulo di resist., raggio d'inerzia F-7 - 8
Momenti flettenti, frecce, carico sui travi F-9 - 10
Travi solide rettangolari e tonde F-11
Resistenza a flessione e a torsione F-12 - 13
Momento torcente e angolo di torsione F-13
Resistenza alla recisione, sollecitazioni composte F-14 - 15
Solidi caricati di punta F-16
Resistenza delle lastre, tubi, recipienti F-17
Comparazioni durezze F-18
Molle di compressione e trazione F-19 - 20
Calcolo molle di compressione e di trazione F-21 - 24
Molle di compressione e di trazione calcolate F-25 - 39
Molle di torsione, molle a lamina, barre di torsione F-40 - 42
Calcolo delle molle a tazza, molle a tazza calcolate F-43 - 48
Relazione forma-sollec. nei progetti meccanici F-49 - 56
Norme tecniche di disegno nei pezzi fusi F-57

Sezione G - TABELLE NORMALIZZATE

Viti con testa ad intaglio; impronta a croce G-2 - 3
Viti a testa con esagono incassato G-4
Viti senza testa con intaglio; esagono incassato G-5
Viti a testa esagonale, bulloni G-6 - 10
Particolari delle viterie G-11 - 14
Elementi di fissaggio in acciaio inox G-15 - 16
Viti a testa quadra, zigrinata, ad alette, ecc. G-17 - 19
Viti prigioniere G-20
Viti autofilettanti, autoperforanti, autoformanti G-21 - 30
Viti, dadi e rondelle di materiale plastico G-31
Dadi, controdadi, golfari e tiranti G-31 - 40
Bulloneria d'acciaio - Prescrizioni tecniche G-42 - 46
Filettatura triangolare ISO e Whitworth G-47 - 53
Filettature per tubazioni, Piltz e B. A. G-54 - 57
Filettatura trapez. ISO, filett. Lowenkerz G-58 - 62
Filettature American Stand., filett. da microscopi G-63 - 65
Rosette e rosette elastiche, spaccate, ondulate G-66 - 72
Anelli elastici di sicurezza e di arresto G-73 - 85
Spine, spine con intagli, spine elastiche G-86 - 90
Perni e copiglie, ribattini, chiodi e chiodature G-91 - 99
Rivetti autofilettanti, a strappo, tubolari G-100 - 103

Chiavette, linguette G-104 - 111
Scanalati cilindrici G-112 - 124
Gole di scarico, fori da centro, estremita alberi G-125 - 128
Attacchi per utensili, conicita prismi, angoli composti G-129 - 134
Spazio per la manovra delle chiavi G-135 - 136
Ingrassatori, oliatori G-137 - 138
Volantini con impugnatura e a lobi G-139 - 140
Altezze d'asse per le macchine G-141
Comparazione norme ANSI, tratteggi e rugosita G-142
Guarnizioni toroidali e anelli di tenuta per alberi G-143 - 146

Sezione H - PRODOTTI INDUSTRIALI

Dadi e ghiere autofrenanti H-2 - 3
Filetti riportati, inserti, dispos. di fissaggio H-4 - 7
Bulloni e spine a strappo, agganci chiusure rapide H-8 - 10
Giunti cardanici, snodati, elastici H-11 - 23
Ruote libere, bussole autobloccanti H-24 - 28
Sistemi di guida lineari, limitatori di coppia H-29 - 30
Bussole ad espansione H-31 - 32
Calettatori ed elementi di fissaggio "Ringfeder" H-33 - 38
Boccole autolubrificanti, segmenti lamellari H-39 - 41
Adesivi strutturali, cianoacrilici e epossidiaci H-42 - 47
Anelli di tenuta per alberi rotanti "OR" H-48 - 50
Guarnizioni per tenute dinamiche e statiche H-51 - 59
Guarnizioni metalliche e tenute meccaniche H-60 - 61
Guarnizioni pneumatiche e oleodinamiche H-62 - 64
Sfere portanti, zoccoli antivibranti H-65 - 66
Perni elastici "Flexural Pivot" H-67 - 69
Variatori, motovariatori, mtoriduttori e riduttori H-70 - 73
Decelerator normali e miniatura H-74 - 79
Guide a sfere su rotaia H-80
Guide lineari a sfere, rulli, rullini, modulari H-81 - 83
Sistemi di guida lineari "Rollon" H-84 - 89
Movimento intermittente a croce di Malta (teoria) H-90
Componenti precis. e controllo, croce di malta, ingran. H-91 - 92
Slitte a sfere o rulli e meccanismi di posizionamento H-93 - 98
Viti conduttrici antigioco e supp. scorr. lineari H-99
Chiavi torsionom., cacciaviti controllo di coppia, avvitatori pneumatici, moltiplicatori di coppia H-100 - 102
Viti a ricircolo di sfere, di rulli e rulli satelliti H-103 - 106
Tavole di posizionamento, profili a rotaia "Movorail" H-107 - 110
Unita di guida lineari vari H-111 - 114
Attuatori lineari, attuatori rotanti H-115 - 118

Sezione I - CUSCINETTI

Cuscinetti volventi. carichi, durata, tolleranze I-2 - 10
Accoppiamenti, giochi interni, lubrificazione I-10 - 14
Cuscinetti radiali rigidi, orientabili a sfere I-15 - 22
Cusc. quattro contatti, a rulli cilindr. incrociati I-23
Cuscinetti obliqui a sfere, a rulli cilindrici I-24 - 28

Cuscinetti orientabili a rulli, a rulli conici I-29 - 32
Cuscinetti idrostatici, assiali, di precisione I-33 - 38
Supporti a Y e cuscinetti a Y I-39
Sfere, rulli e rullini, ghiere e molle I-40 - 42
Cuscinetti con sensori, unita mozzo-ruota I-43 - 44
Applicazione dei cusc. alle macchine utensili I-45 - 46
Cuscinetti magnetico attivi I-47 - 48
Cuscinetti a rullini I-49 - 65
Cuscinetti di precisione per strumenti I-66 - 72
Cuscinetti di precisione sez. extra sottile I-73 - 79
Cuscinetti a pivot e assiali di precisione I-80
Cuscinetti di precisione sezione sottile I-81 - 88
Giunti di articolazione I-89
Cuscinetti radiali sottili grandi diametri I-90 - 91
Bussole a sfere a scorrimento assiale I-92 - 102
Bussole a sfere serie metrica I-103 - 104
Cuscinetti a rulli, pattini lineari I-105 - 108
Viti a ricircolo di sfere e boccole antifrizione I-109 - 111

Sezione L - TOLLERANZE

Tolleranze dimens. sistema ISO, accoppiam. raccom. L-2 - 6
Selezione di accoppiamenti, scostam. per alberi e fori L-7 - 12
Valori tolleranze per bullonerie, calibri L-13 - 14
Tolleranze generali L-15 - 19
Tolleranze geometriche L-20 - 30
Quotatura e tolleranze sui pezzi non rigidi L-31 - 32
Principio del massimo materiale L-33 - 37
Toll. geom. applicazione dei riferimenti L-38
Tolleranze geometriche di localizzazione L-39 - 42
Attribuzione delle tolleranze L-43 - 45
Sistema di tolleranze dimensionali per getti L-46 - 47
Tolleranze dimensionali dei prodotti di gomma L-48
Tolleranze di conicita L-49 - 52
Quotatura e tolleranze di elementi conici L-53 - 54
Rugosita delle superfici L-55 - 57
Indicazioni dello stato delle superficie L-58 - 59

Sezione M - SEMILAVORATI

Prodotti d'acciaio in barre traf. pel. rull. rettif. M-2 - 10
Fili trafilati acciaio non legato per molle M-11
Prodotti d'acciaio laminati a caldo M-12 - 16
Prodotti d'acciaio inossidabile M-17 - 24
Lamiere e nastri d'acciaio M-25 - 32
Barre cave d'acciaio e tubi d'acciaio M-33 - 41
Profilati d'acciaio laminati a caldo M-42 - 51
Profilati cavi d'acciaio formati a freddo M-52 - 53
Profilati cavi d'acciaio formati a caldo M-54
Profilati speciali d'acciaio estrusi a caldo M-55
Barre, tubi, lingotti e semilavorati in titanio M-56 - 58
Trafilati di rame e di ottone M-59

Barre trafilate o estruse di rame M-60 - 61
Lamiere, bandelle, nastri e tubi di rame M-62 - 64
Prodotti di alluminio e sue leghe M-64 - 67
Prodotti di zinco M-68
Massa lineica dei materiali metallici M-69

Sezione N - DESIGNAZIONE MATERIALI

Ferrosi

Acciai tipizzati N-2 - 12
Prove meccaniche dei materiali N-13 - 16
Acciai di uso generale N-17 - 22
Acciai spec. da bonif. per costruzioni meccaniche N-23 - 29
Acciai da trattam. termico, lav alte veloc., per molle, da utensili, per recipienti a pressione N-30 - 46
Acciai inossidabili N-47 - 51
Acciaio per valvole e per getti N-52 - 53
Acciai speciali in prodotti fucinati o stampati N-54 - 59
Metalli duri sinterizzati N-60 - 61
Ghise normali, sferoidali, al nichel N-62 - 69
Nichelio, alnico, ferro ARMCO, Invar N-70 - 71
Comparazione normazioni acciai N-72 - 75

Non ferrosi

Leghe di alluminio da lavorazione plastica N-76 - 87
Leghe di alluminio per getti N-88 - 91
Rame e sue leghe N-92 - 93
Leghe di rame da lavorazione plastica N-94 - 104
Leghe di rame da fonderia N-105 - 108
Titanio e leghe di titanio N-109 - 110
Berillio, lega berillio-rame, leghe di magnesio N-111 - 114
Leghe saldanti, zinco, leghe di Zn, metalli antifriz. N-115 - 118
Trattamenti superficiali dei materiali N-119 - 124

Plastici

Materiali amminoplastici e fenolici N-125 - 126
Resine caricate N-127 - 129
Materiali "Erta" N-130 - 135
Fibra aramidica Kevlar, resina elastica Vulkollan N-136
Silicone elast. Viton, perfluoro elast. Kalrez N-137 - 138
Gomme, elastomeri, mat. plast. metacriliche N-139 - 142
Policarbonato Axxis, leghe per impieghi particolari N-142 - 143

INDICE DELLE "NORME"

In questo volume sono riportati particolari e prescrizioni "normalizzati" con i soli dati tecnici e la sigla numerica, necessari ad una loro corretta applicazione e designazione. Le "norme" complete, snche dei dati costruttivi con garanzia di esattezza, sono ottenibili presso l'Ente Italiano di Unificazione.

norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.
AISI		**ISO**		1336-77	G-92	3159-83	N-51
630	N-50	272-86	G-11	1728-83	G-55	3160-83	N-51
ANSI		1101-69	L-20	1739-41	G-67	3161-83	N-51
B 1.11-59	G-65	1461-73	N-121	1750-41	G-67	3213-52	M-59
B 6.1 -68	D-14	1660-89	A-32	1751-88	G-70	3218-52	M-59
B 6.7 -67	D-14	1661-89	L-30	1955-90	N-14	3220-74	G-126
B 29.1-57	E-80	2063-73	N-121	2013-74	N-115	3223-74	G-126
B 46.1-78	G-142	2082-86	N-120	2014-42	N-115	3310-72	N-92
Y 14.2-73	G-142	2692-91	L-40	2016-42	B-42	3363-53	N-70
ASA		4753-86	G-12	2017-42	B-42	3545-80	N-41
B 1.1 -49	G-63	**UNI**		2377-64	G-88	3572-79	N-83
B 6.9 -56	D-38	127-28	G-62	2402-65	G-38	3574-55	N-81
B 6.9 -56	D-42	128-28	G-62	2403-65	G-38	3599-89	N-88
B 48.1-56	B-29	134-31	G-95	2412-43	G-40	3600-65	N-88
B.S.		135-31	G-95	2413-43	G-41	3605-55	M-59
BA 93 -56	G-57	136-31	G-95	2513-44	G-95	3607-55	M-59
BSF 84-56	G-53	137-31	G-95	2514-44	G-95	3718-56	N-116
BSW 84-	G-53	138-31	G-95	2527-74	N-88	3740-88	G-44
436-56	D-16	139-31	G-95	2528-74	N-88	3817-56	M-64
4464-	G-69	140-31	G-95	2663-44	G-138	3818-56	M-64
DIN		149-86	A-50	2664-44	G-138	3819-56	M-64
983	G-79	157-75	G-132	2665-44	G-138	3820-56	M-64
984	G-79	560-90	N-14	2666-44	G-138	3821-56	M-64
2091	F-42	562-75	N-15	2669-44	G-138	3822-56	M-64
3760	H-48	564-60	N-16	2671-44	G-138	3823-75	M-11
5417	G-73	663-68	M-38	2709-45	G-53	3871-84	M-11
5482	G-121	748-38	G-93	2733-65	G-38	3967-80	A-3
6921	G-9	749-38	G-93	2946-68	G-141	3968-86	A-4
6922	G-9	750-38	G-93	2949-71	G-39	3969-84	A-6
6923	G-9	751-38	G-93	2855-82	N-42	3970-86	A-7
7338	G-94	752-38	G-93	3041-50	N-88	3971-50	A-8
7980	G-69	753-38	G-93	3046-50	N-88	3972-81	A-50
8150	E-74	754-38	G-93	3051-50	N-88	3973-89	A-21
8243	G-3	755-38	G-93	3055-50	N-88	3974-89	A-23
8245	G-3	756-38	G-93	3056-50	N-88	3975-89	A-26
EURONORM		936-89	A-3	3057-50	N-88	3976-89	A-28
151/1-86	M-21	947-86	G-12	3151-82	M-14	3977-86	A-18
151/2-86	M-22	1310-86	A-38	3158-77	N-53	3978-86	A-20

norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.
3979-61	A-45	5649/2-88	N-93	6048-67	G-18	6955-78	G-21
3992-75	N-52	5679-73	M-42	6049-67	G-18	6956-78	G-21
4010-75	N-53	5680-73	M-46	6050-67	G-17	6959-71	G-140
4201-59	M-68	5681-73	M-50	6051-67	G-17	6960-71	G-140
4202-59	M-68	5699-65	G-14	6052-67	G-17	6961-71	G-140
4302-59	N-125	5705-65	N-102	6053-67	G-17	6962-71	G-139
4303-70	N-126	5706-65	N-102	6054-67	G-40	6963-71	G-139
4386-75	G-125	5707-65	N-102	6056-67	G-41	6964-71	G-139
4417-60	E-75	5709-88	G-13	6057-67	G-41	6965-71	G-140
4418-60	E-75	5710-86	G-13	6058-67	G-41	7013-72	N-105
4419-60	E-75	5711-65	G-13	6107-88	G-2	7061-72	N-12
4428-60	E-75	5712-75	G-10	6109-88	G-2	7064-62	M-29
4514-60	N-88	5713-75	G-10	6110-88	G-2	7067-78	N-142
4515-87	N-118	5714-75	G-10	6111-67	G-18	7218-73	L-5
4516-60	N-118	5715-75	G-10	6138-68	N-107	7226/1-86	L-20
4517-60	N-118	5716-75	G-10	6161-68	N-120	7226/2-91	L-31
4522-66	N-123	5719-65	G-34	6398-68	N-103	7226/3-89	A-31
4526-70	N-124	5720-65	G-34	6399-68	N-103	7280-74	N-95
4533-64	G-47	5721-69	G-37	6401-68	N-103	7281-74	A-46
4534-64	G-47	5722-65	G-37	6407-88	M-13	7282-74	A-47
4535-64	G-47	5723-67	G-38	6586-69	D-4	7283-74	G-86
4600-83	L-55	5726-65	G-7	6587-69	D-6	7285-74	G-86
4630-82	M-14	5728-65	G-7	6588-69	D-6	7287-86	M-39
4760-75	D-2	5729-65	G-7	6592-69	G-66	7288-86	M-39
4819-84	A-11	5730-65	G-8	6593-69	G-66	7223/4-74	G-90
4820-89	A-21	5731-65	G-8	6594-69	G-66	7223/7-80	G-24
4838-80	N-39	5732-65	G-8	6595-69	G-67	7223/8-80	G-16
4891-62	N-100	5733-65	G-8	6596-69	G-67	7323/10-82	G-46
4892-62	N-100	5734-65	G-8	6599-69	G-72	7323/12-90	G-28
4895-62	N-101	5735-65	G-8	6600-69	G-72	7344-85	M-52
4898-62	N-101	5736-65	G-8	6601-69	G-72	7346-74	G-100
5033-62	N-107	5745-86	G-121	6604-69	G-108	7347-74	G-100
5034-62	N-107	5867-78	M-26	6605-69	G-109	7349-74	A-13
5035-62	N-107	5909-93	G-21	6606-80	G-111	7356-74	G-98
5036-62	N-107	5910-93	G-21	6607-69	G-104	7433-75	G-82
5037-62	N-107	5911-93	G-21	6608-69	G-104	7434-75	G-81
5038-62	N-107	5912-93	G-21	6613-69	A-44	7435-75	G-74
5076-74	N-88	5913-93	G-21	6630-70	M-14	7436-75	G-74
5080-74	N-88	5914-93	G-21	6761-84	M-28	7437-75	G-76
5273-63	N-107	5915-93	G-21	6762-70	M-50	7438-75	G-76
5274-63	N-107	5916-93	G-21	6763-70	M-50	7462-75	D-9
5275-63	N-107	5917-93	G-21	6773-74	D-2	7462-75	D-24
5330-69	N-65	5918-93	G-21	6874-71	G-90	7463-75	D-51
5397-78	M-44	5919-93	G-21	6897-71	N-102	7463-75	D-62
5398-78	M-43	5923-85	G-5	6900-71	N-47	7473-75	G-34
5448-71	G-38	5925-85	G-5	6901-71	M-17	7474-75	G-34
5449-71	G-18	5927-85	G-5	6904-71	M-23	7484-75	E-72
5593-76	G-33	5929-85	G-5	6946-71	G-22	7510-76	G-110
5594-76	G-33	5931-84	G-4	6947-80	G-22	7511-76	G-105
5595-76	G-33	5933-88	G-4	6949-80	G-21	7512-76	G-105
5596-65	G-33	5961-84	M-28	6950-80	G-21	7513-76	G-106
5597-65	G-33	6003-67	G-37	6951-78	G-21	7514-76	G-106
5598-71	M-15	6004-67	G-37	6952-78	G-21	7515-76	G-107
5625-86	G-11	6005-67	G-37	6953-78	G-21	7559-76	A-51
5649/1-88	N-92	6006-67	G-37	6954-78	G-21	7581-76	G-133

norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.
7619-76	A-33	8684-80	E-65	9332-89	M-60	**UNI-EN**	
7620-76	M-13	8685-80	E-64	9333-89	M-60	10002/1-92	N-13
7661-77	G-137	8736-85	F-43	9365-89	E-64	10025-92	N-18
7662-77	G-137	8737-85	F-45	9366-89	E-64	10028/2-93	N-44
7663-77	G-137	8788-85	N-35	9423-89	E-76	10028/3-93	N-46
7687-77	G-2	8822-86	A-52	9424-89	E-76	10029-92	M-33
7688-77	G-2	8833-85	G-92	9425-89	E-78	10045/1-92	N-16
7689-77	G-2	8834-85	G-81	9469-89	E-77	10051-93	M-31
7707-77	G-54	8835-85	G-36	9470-89	E-77	10083/1-93	N-23
7729-84	M-37	8836-85	G-71	9518-89	G-9	10083/2-93	N-30
7730-77	M-34	8837-85	G-71	9579-89	N-124	10113/2-94	N-21
7737-77	N-67	8838-85	G-71	9702-90	G-28	10113/3-94	N-21
7746-77	N-54	8839-85	G-69	9703-90	G-28	10130-92	M-25
7773-81	M-63	8840-85	G-70	9704-90	G-27	10131-93	M-26
7790-77	N-83	8841-85	G-68	9705-90	G-27	10155-95	N-22
7806-79	M-54	8842-85	G-68	9706-90	G-27	20273-92	G-14
7810-79	M-53	8843-86	N-64	9707-90	G-27	20898/1-91	G-42
7826-76	L-46	8863-87	M-41	9708-90	G-27	20898/2-94	G-43
7846-76	N-33	8953-86	G-112	9709-90	G-27	24014-94	G-6
7847-79	N-37	8954-87	G-19	9710-90	G-27	24016-92	G-6
7880-79	D-32	9001/2-87	N-78	9816-91	G-36	24017-93	G-6
7900-78	F-19	9001/4-87	N-78	9817-91	G-144	24018-92	G-6
7929-79	M-40	9002/2-89	N-82	9818-91	G-144	24032-93	G-32
7945-79	M-36	9002/3-88	N-83	9822-91	G-144	24033-92	G-32
7989-79	N-97	9002/5-89	N-82	9823-91	G-144	24034-92	G-32
8077-80	N-36	9006/1-88	N-80	9824-91	G-144	24035-93	G-32
8102-80	E-65	9006/2-88	N-85	9825-91	G-144	24036-92	G-32
8103-80	E-65	9006/4-87	N-79	9826-91	G-144	28673-92	G-32
8108-93	G-26	9007/2-89	N-84	9827-91	G-144	28674-92	G-32
8109-93	G-26	9046-87	E-65	9828-91	G-144	28675-92	G-32
8110-93	G-25	9047/1-87	E-65	9921-92	N-123	28676-92	G-6
8111-93	G-25	9047/2-87	E-65	9948-92	N-124	28765-92	G-6
8112-93	G-25	9063-87	G-94	10003-84	B-26	28839-90	G-46
8113-93	G-25	9064-87	G-94	10164-93	G-144	**UNI-EU**	
8114-93	G-25	9192-88	G-70	10221-93	M-58	48-88	N-35
8115-80	G-24	9193-88	G-70	10225-93	G-30	54-81	M-46
8116-80	G-23	9194-88	G-70	10226-93	G-29	55-81	M-49
8117-80	G-23	9195-88	G-69	10227-93	G-29	56-84	M-47
8118-80	G-23	9200-88	G-101	10228-93	G-29	57-79	M-48
8119-80	G-23	9201-88	G-102	10229-93	G-29	58-80	M-12
8120-80	G-23	9202-88	G-102	10230-93	G-29	59-80	M-12
8159-80	N-127	9203-88	G-102	10231-93	G-30	60-80	M-12
8189-80	A-45	9204-88	G-102	10233/3-93	M-4	91-82	M-16
8278-85	N-87	9205-88	G-102	10233/4-93	M-7	137-89	M-27
8317-81	M-18	9206-88	G-102	10233/5-93	M-8	140-82	M-30
8366-82	M-20	9210-88	G-19	10233/6-93	M-10	**UNI-ISO**	
8373-82	N-32	9211-88	G-143	10258-93	M-58	7/1-84	G-56
8525-84	F-25	9222-88	N-98	10331-94	G-35	15-88	I-2
8525-84	F-26	9319-94	G-35	10363-94	M-57	185-91	N-62
8526-84	F-25	9321-88	G-126	10368-94	M-115	228-83	G-55
8526-84	F-33	9327-88	G-4	10445-95	G-103	286:2-91	L-7
8550-84	N-55	9328-88	M-62	10446-95	G-103	296-93	G-129
8551-84	N-58	9329-89	M-62	10447-95	G-103	468-91	L-52
8552-84	N-57	9330-89	M-61	10448-95	G-103	775-88	G-127
8646-84	G-99	9331-88	M-60	10450-95	M-56	775-88	G-88

norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.	norma	pag.
888-86	G-11	8745-90	G-89				
1083-91	N-66	8746-90	G-89				
1174-90	G-136	8747-90	G-89				
2081-89	N-120	8748-91	G-90				
2093-90	N-124	8750-91	G-90				
2338-90	G-88	8751-91	G-90				
2339-90	G-86	8752-91	G-90				
2340-91	G-91	9717-94	N-124				
2341-91	G-91	9922-90	A-49				
2768-91	L-15						
2901-78	G-58						
2902-78	G-60						
2904-78	G-59						
3266-90	G-39						
4156-85	G-113						
4200-89	M-35						
4287-91	L-52						
4520-87	N-120						
4521-88	N-119						
4523-88	N-119						
4526-87	N-119						
4749-89	E-76						
4755-86	G-39						
4755-86	G-13						
4759/1-81	G-42						
4759/2-81	G-42						
4766-88	G-5						
4779-89	E-76						
5458-91	L-37						
5459-86	L-36						
5922-83	N-63						
6158-87	N-119						
6413-90	A-44						
7378-90	G-92						
7379-90	G-19						
7380-90	G-19						
7434-88	G-5						
7435-88	G-5						
7436-88	G-5						
7531-92	E-78						
7593-89	E-78						
8015-89	L-41						
8062-89	L-44						
8733-91	G-88						
8734-91	G-88						
8735-91	G-88						
8736-91	G-86						
8737-90	G-86						
8738-91	G-67						
8739-90	G-89						
8740-90	G-89						
8741-90	G-89						
8742-90	G-89						
8743-90	G-89						
8744-90	G-89						

Sezione A

DISEGNI TECNICI

PREMESSA

La necessita che uno studente riceva una preparazione teorica da un Istituto Professionale o Tecnico Industriale, mi sembra trovi oggi concorde riconoscimento.

Per molti anni sono stato a contatto con giovani disegnatori privi di questa preparazione ed altri che invece l'avevano acquisita.

Per i primi era una continua ricerca di testi o tabelle per adeguare il loro "saper fare" alle norme e alle convenzioni che rendono un disegno leggibile a tutti, per i secondi il problema era diverso ma non meno importante, il passaggio dalla pura teoria, alla pratica realta dell'officina finiva col renderli sgomenti, generando in loro il sospetto che il tempo di scuola fosse stato inutile o quasi.

Questo mi ha convinto che la preparazione teorica, per essere efficace, deve accompagnarsi a quel tanto di pratica, quanta almeno di questa e possibile spiegare con le parole e subito trovarne conferma nell'esempio disegnato.

Queste prime pagine del libro, dedicate al disegno tecnico, conforme alle norme internazionali, saranno utile promemoria ai disegnatori e, voglio sperare, utilissime ai giovani che imparano.

Essi saranno facilitati da tutti gli elementi di supporto che troveranno nel resto del libro come: Tolleranze dimensionali, geometriche e degli elementi conici, la rugosita delle superficie, le relazioni tra forma e sollecitazioni nel progetto degli organi meccanici, il calcolo degli ingranaggi, delle trasmissioni, delle molle, delle filettature, l'utilizzazione dei cuscinetti, dei semilavorati, dei materiali e di quanto altro si impiega nei progetti e nella pratica d'officina.

Per realizzare un disegno, oggi abbiamo a disposizione anche il computer che, convenientemente programmato, traduce in segni grafici il pensiero dell'uomo.

Questi segni grafici possono avere una comprensione universale soltanto se sono conformi a norme stabilite e accettate.

Da questo deriva la necessita che progettista, disegnatore e programmatore conoscano tutti i segreti di queste norme.

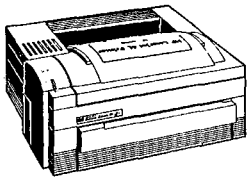
A mano libera, col tecnigrafo o col computer, il segno che nasce dalla mente dell'uomo, chiaro e leggibile, dara il suo contributo, non importa se piccolo o grande, al progresso tecnologico che ognuno di noi ha il dovere di arricchire e perfezionare.

CAD, il disegno assistito dal computer

PENTIUM GLOBALYST 580 60 MHZ, 270 HD, 8MB
WINDOWS-MOUSE-Video a Colori-S.V.G.A.

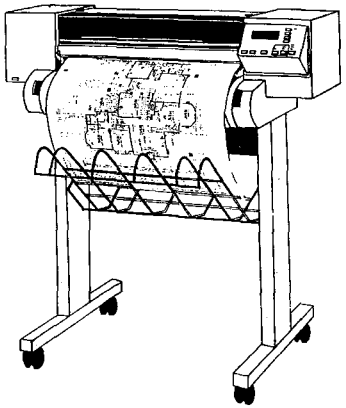
GLOBALYST 515 486/33 HMZ, 270 HD, 4MB
WINDOWS-MOUSE-Video a Colori-S.V.G.A.

CAD o "Computer Aided Design" significa progettazione assistita dal computer, cioe apparecchiatura per il tracciamento automatizzato dei disegni. I sistemi CAD, nei primi tempi, servivano per aiutare i progettisti nella fase di ideazione di componenti con superfici curve (esempio: industria automobilistica e navale) Ora il CAD e sempre piu associato alla

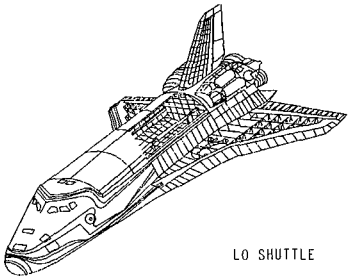


STAMPANTE LASER
HP LASERJET 4L

progettazione di parti tridimensionali, specifici in molti settori della meccanica. Col termine CAD si intende non solo il tracciamento dei disegni ma complessivamente tutti gli aiuti che i computer offrono al progetto. Questi aiuti diventano, con la pratica, talmente notevoli (volume, massa, baricentro, momenti, tensioni interne nei particolari) che e stato ipotizzato come il lavoro svolto da 30 disegnatori che lavorino col sistema tradizionale puo, col CAD, essere svolto nello stesso tempo da solo 8 disegnatori. Si puo prevedere che l'uso di metodi computazionali fara, in un primo momento, aumentare i costi di progettazione ma potra altresi apportare complessivamente rispettabili aumenti di profitto. Questo naturalmente ha implicazioni di ordine sociale oltre che tecnico ed economico. Per questo in molti paesi europei esiste una crescente opposizione al CAD. Il CAD puo provvedere alla esecuzione del la



PLOTTER HP DesignJet 200 - 600 monocrom.
650 C monocromatico o a colori - A4 + A0



LO SHUTTLE

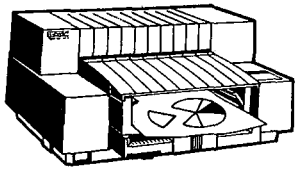
segue

segue: CAD, il disegno assistito dal computer

Portatile a Colori GLOBALYST 130
486 DX2, 50 MHZ, 200 HD, 4MB WINDOWS

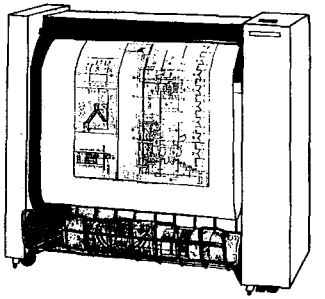
Portatile B/N GLOBALYST 130 486 SX
33 MHZ, 200 HD, 4MB WINDOWS - S.V.G.A.

voro di routine e provoca quindi una diminuzione di posti di lavoro di questo livello. Il personale piu specializzato puo essere ricollocato in posizione di maggior prestigio creato dall'uso del CAD stesso. Quello meno flessibile rischia di rimanere disoccupato. Sicurezza del posto di lavoro o maggiori profitti? L'una e l'altra cosa possono coesistere dedicando maggiore attenzione alla progettazione ergonomica (adat



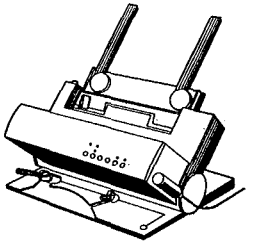
HP DESKJET 500C Stampante
Getto d'inchiostro a Colori

tamento del lavoro all'uomo) dei sistemi e dei terminali CAD. L'adozione di questi ultimi, sara sempre piu influenzata da fattori ergonomici. Una volta realizzato l'adattamento si potra constatare che il CAD puo: Perfezionare la qualita dei prodotti progettati. Diminuire i tempi di produzione. Alleviare il progettista del lavoro di routine. Assicurare l'ottenimento di determinati standard di prodotto. Agevolare il mantenimento della documentazione. Per un po di tempo, il computer lo abbiamo guardato con sospetto, ritenendolo alternativo al prestigio del lavoro umano, ma piu si conosce, piu ci rendiamo conto che anch'esso e una macchina creata dall'uomo e quindi sempre soggetta alle sue capacita ideative e di deduzione. Al computer l'uomo ha



PLOTTER a penna di grande formato
Serie HP DraftMaster Formati A4 - A0

dato grosse capacita di elaborare e filtrare con rapidita masse di dati complessi, capacita di gestione di informazioni e di memoria, affidabilita di lavoro lungo e ripetitivo. Da esso ha il diritto di aspettarsi piu lavoro e quindi maggior benessere.



HP DESKJET 320 Stampante portatile
con alimentatore 60 fogli

Collaborazione tecnica e apparecchi della ditta BASSILICHI - Via Steccuto 38/40 50141 FIRENZE (055)42281 Fax (055)4378339

Formati dei fogli da disegno (Rif. UNI 936) - Scale dimensionali -

Formato base ($1m^2$, rapp. lati $\sqrt{2}$)

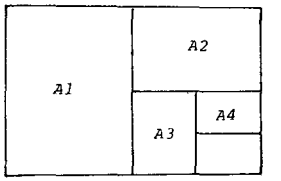


Fig.1

Serie formati (in ordine prefer.)

1a) comuni		3a) eccezionali allungati	
Desig.	mm x mm	Desig.	mm x mm
A0	841x1189	A0x2	1189x1682
A1	594x841	A0x3	1189x2523*
A2	420x594	A1x3	841x1783
A3	297x420	A1x4	841x2378*
A4	210x297	A2x3	594x1261
2a) speciali allungati		A2x4	594x1682
		A2x5	594x2102
A3x3	420x891	A3x5	420x1486
A3x4	420x1189	A3x6	420x1783
A4x3	297x630	A3x7	420x2080
A4x4	297x841	A4x6	297x1261
A4x5	297x1051	A4x7	297x1471
* Formati sconsigliati		A4x8	297x1682
		A4x9	297x1892

- Margini e squadratura -

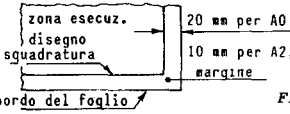


Fig.2

Margine di archiviazione e/o fascicolazione. Puo essere previsto sul lato sinistro, un margine minimo di 20 mm per perforazioni di attacco. Margine aggiuntivo per bordatura dei disegni originali da riproduzione. Puo essere prevista una maggiorazione di 10 mm su tutto il contorno.

- Centratura per microfilmatura -

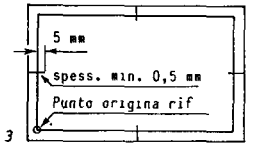


Fig.3

Quattro riferimenti di centratura per i formati comuni (Fig. 3)

Riferimenti addizionali sulla meta dei lati lunghi per i formati eccezionali allungati.

Origine del sistema di tracciamento automatico (plotters)

Cerchietto di Ø non minore di 3mm sull'angolo di squadratura, in basso a sinistra (Fig. 3)

- Scala graduata di riferimento -

E' raccomandata su tutti i disegni lunga almeno 100 mm, con intervalli di 10 mm (Fig. 4)

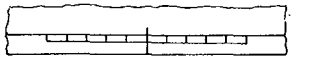
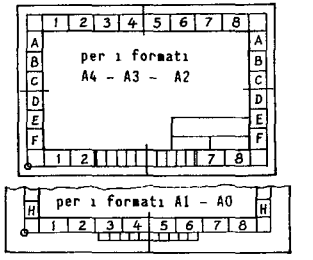


Fig. 4 -

- Sistema di coordinate -

Raccomandato per consentire un facile reperimento di modifiche, aggiunte, ecc.



Dimensioni delle maglie 25-75 mm.

Scale dimensionali (Rif.UNI 3967)

Quando non e possibile eseguire i disegni tecnici al naturale, si possono eseguire in scala ridotta o ingrandita.

- Serie normalizzate -

Categoria	Scale
ingrandim.	50:1 - 20:1 - 10:1
naturale	1.1
di riduzione	1.2-1:5-1.10-1.20-1:50 1.100 - 1.200 - 1:500- 1.1000-1.2000-1:5000 - 1.10000

Scale piu grandi o piu piccole si ottengono moltiplicando il numeratore (di ingrandimento) o il denominatore (di riduzione) delle scale normalizzate per potenze di 10 Esempio designaz. Scala 1.10.

Tipi, grossezze ed applicazioni delle linee (Rif. UNI 3968)

Tipi e grossezze di linee da utilizzare per l'esecuzione dei disegni in tutti i campi della tecnica

- Tipi di linee -

I tipi di linee, la loro denominazione e le applicazioni corrispondenti sono indicati nel prospetto a lato.

- Grandezza delle linee -

La dimensione trasversale dei vari tipi di linee e denominata grossezza e le linee stesse si distinguono in grosse e fini.

Il rapporto tra le loro dimensioni non deve essere minore di 2.

La grossezza deve essere scelta, in funzione delle dimensioni e della densita grafica del disegno tra questa serie espresse in mm.

grossa	2	1,4	1	0,7	0,5	0,35
fine, non di	1	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18

- Interspazio tra le linee -

L'interspazio tra le linne parallele (comprese quelle dei tratteggi) non deve mai essere minore di due volte la grossezza della linea grossa e in ogni caso non minore di 0,7 mm.

-Sovrapposizione di linee (Fig.4)

Se vengono a coincidere due o piu tipi di linee differenti, prevalgono nell'ordine:

1) contorni e spigoli in vista(A)
2) cont. o spig. nascosti (E o F)
3) tracce di piani di sezione (H)
4) assi di simmetria o tracce di piani di simmetria (G)
5) linee di appl. particolari (K)
6) linee di riferimento (B)

- Estremita delle linee di rich.-

Una linea di richiamo che indica un elemento (oggetto, contorno, ecc.) ha una estremita costituita

- da un punto se essa termina all'interno dell'oggetto (Fig. 5)
- da una freccia se essa termina sul contorno (Fig. 6)
- diretto contatto se essa termina su una linea di misura(Figura 7)

-Incontro e intersez. delle linee

Per evidenziare punti d'incontro ed intersezione di linee discontinue tra di loro, questi devono essere individuati con l'incontro o l'incrocio dei tratti(Fig.8,9,10)

Per l'esecuzione dei disegni tecnici sono previsti i seguenti tipi di linee.

Tipo di linea	Denominaz. e applicaz.
A	(continua grossa) A1 contorni in vista. A2 spigoli in vista.
B	(continua fine) B1 spig. fittiz. in vista B2 linee di misura. B3 linee di riferimento. B4 linee di richiamo. B5 tratteggi di sezione. B6 contorni di sezioni ribaltate in luogo. B7 assi di simmetria di un solo tratto.
C D	(continua fine irregolare, continua fine regolare con zig-zag). C1 e D1 interruzioni di viste e sezioni non coincidenti con un asse di simmetria.
E F	(a tratti grossa) E1 o F1 contorni nascosti (a tratti fine) E2 o F2 spigoli nascosti.
G	(mista fine) G1 assi di simmetria. G2 tracce di piani di simmetria. G3 traettoria. G4 linee e circonferenze primitive.
H	(mista fine, grossa alle estremita e alle variazioni della traccia dei piani di sezione). H1 traccia dei piani di sezione.
J	(mista grossa) J1 superfici o zone oggetto di prescrizioni particolari.
K	(mista fine a due tratti) K1 contorno dei pezzi vicini. K2 posiz. interm.od estreme di parti mobili. K3 assi o luoghi baricentrici. K4 contorni iniziali eliminati con succ. lavor. K5 parti situate anterior. a un piano di sezione.

segue

segue: Tipi, grossezze ed applicazioni delle linee

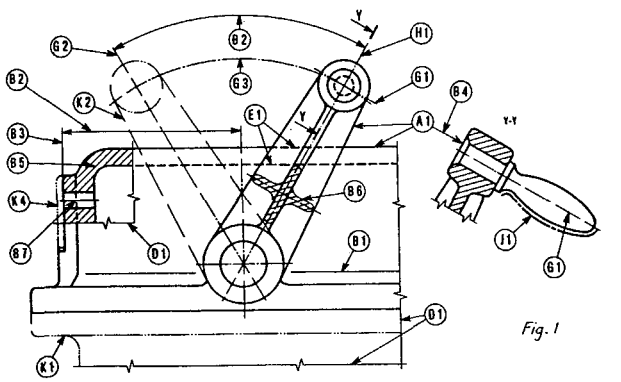


Fig. 1

Fig. 1 -

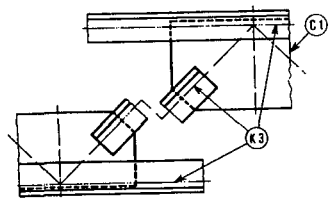


Fig. 2 -

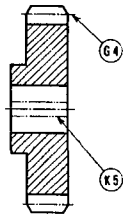


Fig. 3 -

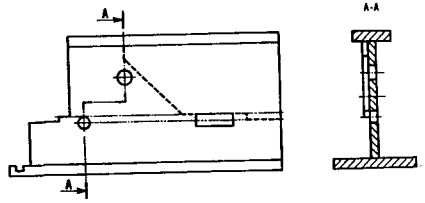


Fig. 4 -

I contorni contigui di pezzi accoppiati devono coincidere, tranne nel caso di sezioni di piccola dimensione completamente anneriti che esigono una spaziatura bianca. (vedi fig. 15 di UNI 3971)

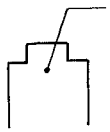


Fig. 5

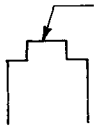


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

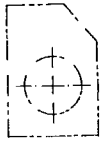


Fig. 10

Metodo di proiezione - (Rif. UNI 3969)

Questa norma classifica i vari metodi di proiezione, nei disegni tecnici, per rappresentare oggetti generalmente riferiti ad una terna di assi coordinati ortogon.
-Proiezioni ortogonali (UNI 3970) Rappresentazione di un oggetto definito completamente per mezzo di viste e sezioni.

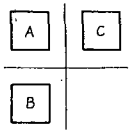


Fig.1-Metodo (E) del 1° diedro.

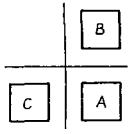


Fig.2-Metodo (A) del 3° diedro.

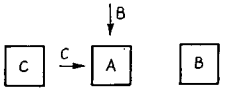


Fig. 3 - Metodo delle frecce.

- Proiezioni assonometriche (UNI 4819) Rappresentazione tridimensionale approssimativa dell'oggetto simile a quella che appare all'osservatore.
a) Ortogonale

Fig. 4 Isometrica

Fig. 5 Dimetrica

Fig. 6 Trimetrica

b) Obliqua

Fig.7 - * Cavaliera

Fig. 8 - Cavaliera isometrica

Fig. 9 - * Cavaliera planimetrica

* Sottintesa dimetrica.

- Proiezioni prospett. (UNI 7349) Rappresentazione tridimensionale dell'oggetto come appare all'osservatore con la massima fedelta all'effetto visivo.

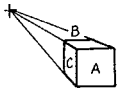


Fig.10-Frontale

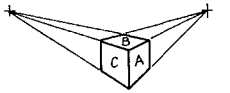


Fig. 11 - Accidentale

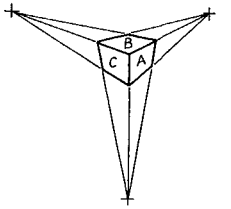


Fig. 12 - Razionale

- Nota sul loro uso -

Proiezioni ortogonali. Il metodo del primo diedro e comunemente usato nel disegno di organi e complessi meccanici.
Proiezioni assonometriche: Quelle raccomandate per i disegni tecnici sono:
- (ortogonali) isometrica
- (obliqua) cavaliera e per esigenze particolari, la cavaliera isometrica e planimetrica, quest'ultima e particolarmente adatta nei disegni di urbanistica.
Proiezioni prospettiche: Normalmente usate nei disegni edili e architettonici. Nel disegno meccanico si usa talvolta la prospettica accidentale (piu raramente quella frontale) ma limitata ai disegni d'insieme normalmente allegati alla monografia dell'apparecchio, oppure per indicare le sequenze di montaggio di un complesso.

Proiezioni ortogonali - Viste (Rif. UNI 3970)

Vista e la denominazione generica di una rappresentazione ortogonale dell'oggetto.

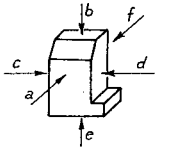


Fig. 1 -
a) vista anteriore (vista principale (1), b) vista dall'alto, c) vista da sinistra, d) vista da destra, e) vista dal basso, f) vista posteriore.
Scelta la vista principale, le direzioni di osservazione relative alle altre, formano angoli di 90° (o multipli di 90°) fra di loro e con la direzione della vista principale (Fig. 1) Metodo del primo diedro (Fig. 2 e 3)

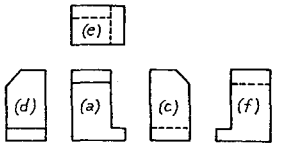
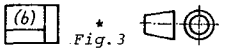


Fig.2



* Fig.3

La vista posteriore f puo essere disposta anche a sinistra della vista d. Metodo delle frecce (Figura 4) Consente una disposizione piu libera delle viste non vincolata alla vista anteriore.
Le viste (esclusa quella anteriore) sono contrassegnate dalla stessa lettera posta accanto alla

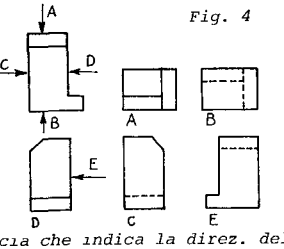


Fig. 4

freccia che indica la direz. della vista stessa. Le viste possono essere traslate (ma non rotate), la ISO 128 include anche il metodo del terzo diedro, usato ancora in America (Fig. 5 e 6)

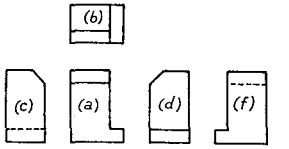
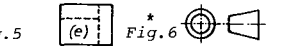


Fig.5



* Fig.6

Per le viste particolari si puo usare un metodo analogo a quello delle frecce (Fig. 7)

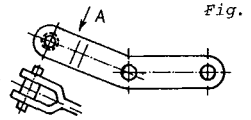


Fig. 7

Viste locali - Se la figura risulta ancora evidente e possibile sostituire ad una vista completa, quella di un particolare (Fig. 8) la vista locale (metodo del terzo diedro) e collegata alla vista cui si riferisce con una linea tipo G.

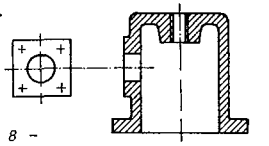


Fig. 8 -
Le viste che risulterebbero di scorcio possono essere ribaltate in modo da risultare in vera grandezza (Fig. 9)

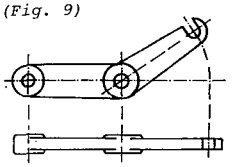


Fig. 9 -
* Simbolo da porre nel riquadro iscrizioni. (1) Quella piu caratteristica dell'oggetto in generale, nella sua posizione di utilizzazione o di montaggio.

Proiezioni ortogonali - Sezioni - (Rif. UNI 3971)

Sezione e la rappresentazione secondo il metodo delle proiezioni ortogonali, di una delle parti in cui viene diviso l'oggetto da un taglio ideale secondo uno o piu piani o altre superficie. Le sezioni possono essere fatte secondo:

- un solo piano (Fig. 1 a 3)
- due o piu piani consecutivi (Fig. 5 e 7)
- piani paralleli (Fig. 4 e 6)
- superficie cilindriche di direttrice assegnata se la forma dell'oggetto lo richiede (Fig. 8)

Se la disposizione di un singolo piano di sezione e logico non occorrono indicazioni (Fig. 1)

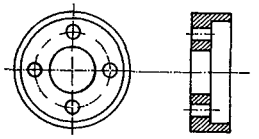


Fig. 1 -

Negli altri casi, i piani di sezione, si individuano sul disegno mediante la loro traccia (linea tipo F) contraddistinta ai due estremi con frecce orientate nel senso di proiezione. Le due frecce portano la stessa lettera maiuscola. Le stesse lettere, separate da un trattino, saranno poste subito al di sopra della sezione (Fig. 2 a 8)

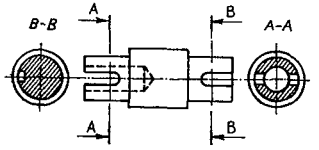


Fig. 2 -

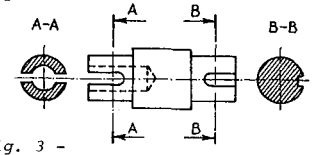


Fig. 3 -

Se la sezione e ottenuta secondo due o piu piani consecutivi o paralleli, anche le intersezioni delle tracce saranno a tratto ingrossato (Fig. 4 a 7) Se necessario, anche i vari punti di intersezione, si possono contrassegnare con lettere maiuscole (Fig. 7) eventualm. diverse e progressive.

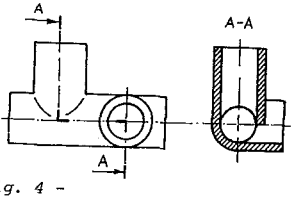


Fig. 4 -

Nel caso di sezioni secondo piani consecutivi il piano di proiezione deve essere parallelo ad uno dei piani di sez. Le parti che risulterebbero di scorcio, devono essere rappresentate ribaltate, (Fig. 5) o sviluppate (Fig. 8), solo nel caso in cui vengano alterate le parti significative e possibile la rappresentazione di scorcio (Fig. 7)

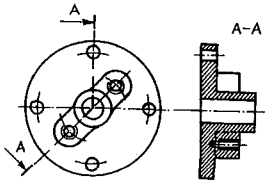


Fig. 5 -

In casi particolari e possibile rappresentare solo la figura intersezione dell'oggetto con la superficie secante (Fig. 6 e 7)

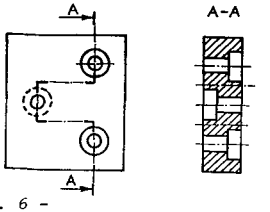


Fig. 6 -

segue

segue: Proiezioni ortogonali - Sezioni -

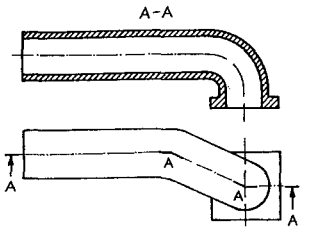


Fig. 7 -

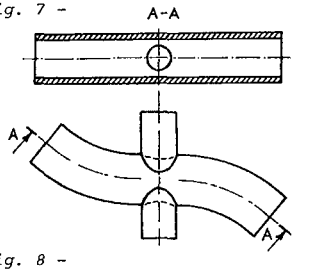


Fig. 8 -

Tratteggi (vedi anche UNI 3972)
Le zone sezionate devono essere tratteggiate con linee (tipo B) parallele, formanti di regola con l'asse principale o con le linee di contorno, un angolo di 45° In casi eccezionali compreso fra 30° e 60° (Fig. 9 e 10)

Fig. 9 -

Fig. 10 -

I tratteggi di pezzi diversi a contatto fra loro avranno differente inclinazione o interspazio (Fig. 11 e 12) Per le sezioni ottenute con piani paralleli, il tratteggio ha la stessa inclinazione, me con linee sfalzate e separate da una linea mista fine (tipo E) (Fig. 6)

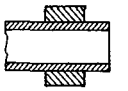


Fig. 11 -

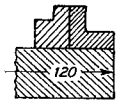


Fig. 12 -

Il tratteggio si interrompe in corrispondenza di quote, iscrizioni o altre indicazioni che non e stato possibile collocare fuori della zona sezionata (Fig. 12 e 13)

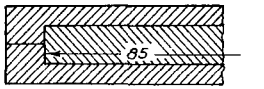


Fig. 13 -

Le sezioni di piccole dimensioni possono essere annerite interamente (Fig. 14) e lasciando una spaziatura bianca tra elementi adiacenti o pezzi contigui (Fig. 15) Nelle sezioni di grandi dimensioni, il tratteggio si puo limitare al loro contorno (Fig. 16)

Fig. 14 -

Fig. 15 -

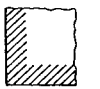


Fig. 16 -

Alcune parti, anche se intersecate dal piano di sezione, si fanno di regola non sezionate. Per esempio: le nervature (Fig. 17), le razze delle ruote, alberi in genere, spine, chiavette (Fig. 18), viti, ribattini, bulloni, rondelle (Fig. 19), elementi conici (Fig. 20) ed analoghi.

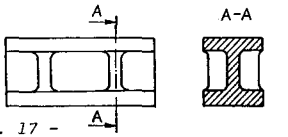


Fig. 17 -

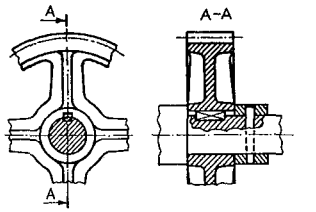
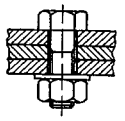


Fig. 18 -

segue

segue: Proiezioni ortogonali - Sezioni



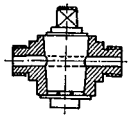


Fig. 19 - Fig. 20 -

Per l'interruzione di viste e sezioni si usano linee fini irregolari (tipo C) oppure a zig-zag (tipo D) (Fig. 21)

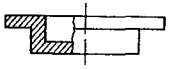
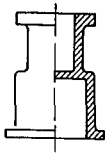


Fig. 21 -

Gli oggetti simmetrici possono essere rappresentati da una semivista e da una semisezione (Fig. 22 e 23)



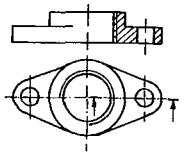


Fig. 22 - Fig. 23 -

Le sezioni trasversali possono essere ribaltate in luogo o in vicinanza. La sezione ribaltata in luogo si puo applicare a elementi la cui sezione trasversale ha almeno un asse di simmetria; essa e limitata alla superficie intersezione dell'elemento col piano di sezione. Contorni e tratteggio con linee di tipo B. Il piano di sezione e individuato dall'asse di simmetria (Fig. 24)

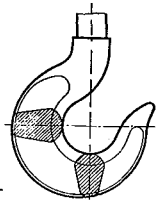
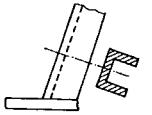


Fig. 24 -

La sezione in vicinanza (contorni con linea tipo B) puo essere sul prolungamento della traccia del piano di sezione (Fig. 25) o in una posizione diversa anche ruotata (Fig. 26)



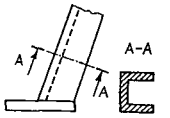


Fig. 25 - Fig. 26 -

Le sezioni (trasversali) successive di un oggetto possono essere disposte, oltre che come successione di sezioni in vicinanza (Fig. 27) anche in altre posizioni, purche adatte alle esigenze del disegno e alla sua migliore comprensione (Fig. 28 e 29)

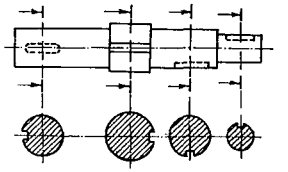


Fig. 27 -

In taluni casi, le parti situate dietro il piano di sezione possono non essere rappresentate (Fig. 27 e fig. 28)

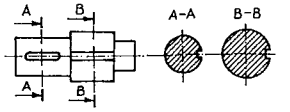


Fig. 28 -

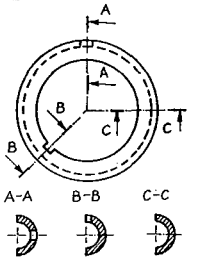


Fig. 29 -

Proiezioni assonometriche (Rif. UNI 4819)

- Proiezioni assonometriche -

Regole convenzionali per le proiezioni assonometriche da usare per l'esecuzione dei disegni tecnici in tutti i campi delle costruzioni.

Convenzionalmente la posizione di uno degli assi coordinati, rispetto al quadro, deve risultare disposto in direzione verticale.

L'oggetto da rappresentare deve essere disposto in modo che i suoi assi e linee di contorno siano paralleli agli assi coordinati.

Tale posizione deve inoltre evidenziare le tre viste che sarebbero state scelte per una proiezione ortogonale. Tracciare gli assi di simmetria solo se risultano necessari.

Omettere contorni e spigoli nascosti quando non risultino indispensabili

Disporre i tratteggi a 45° rispetto agli assi o ai contorni della sezione (Fig. 1)

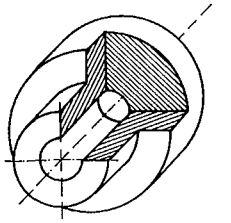


Fig. 1 -
Per evidenziare piani, paralleli ai piani coordinati, eseguire i tratteggi paralleli a quest'ultimi (Fig. 2)

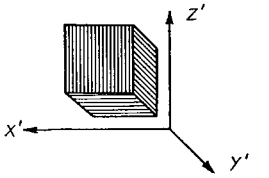


Fig. 2 -

Le assonometrie raccomandate per i disegni tecnici sono:

- L'assonometria (ortogonale) isometrica (Fig. 3)

- L'assonometria (obliqua) cavaliera e, per esigenze particolari la cavaliera isometrica e planimetrica. (Fig. 6, 9 e 11) Gli oggetti in assonometria, di solito, non sono quotati. Se necessario disporre le quote come nelle proiezioni ortogonali.

- Assonometria (ortogonale) isometrica -

Tre segmenti uguali ad 1, ux, uy, uz, rappresentano le unita grafiche sugli assi assonometrici X, Y, Z, di lunghezza pari a $\sqrt{2:3} = 0,816$. Convenzionalmente si usano i rapporti pratici $Ux:Uy:Uz = 1.1.1$. Cio corrisponde ad un ingrandimento di. $\sqrt{3.2} \approx 1,22$ volte (Fig. 3)

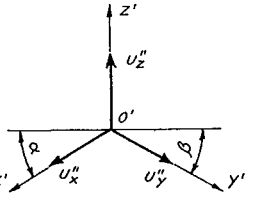


Fig. 3 -
Nella fig. 4 e rappresentato un cubo di spigolo S con cerchi inscritti sulle facce dove gli assi dell'ellissi sono lunghi.
a = 3.2 S ≈ 1,22S
b = 1.2 S ≈ 0,71S.

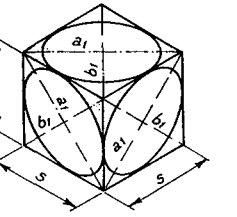


Fig. 4 -

segue

segue: Proiezioni assonometriche

Esempio di quotatura (solo dimensioni di ingombro) Fig. 5)

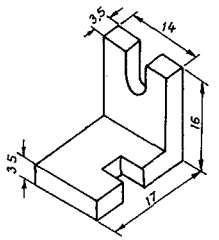


Fig. 5 -
- Assonometria cavaliera -
Disporre le proiezioni dei tre assi come in fig. 6. Le grandezze assonometriche sugli assi X' e Z' rimangono inaltrate, risultando il quadro assonometrico parallelo al piano XZ.

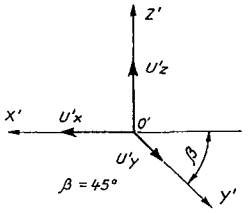


Fig. 6 -
La direzione dell'asse Y' e il relativo rapporto di proiezione sono arbitrari.
Convenzionalmente Y' e inclinato di 45° rispetto all'orizzonte e i rapporti sono: U'x U'y U'z= = 1:½.1.
Gli assi X' e Y' possono anche essere rovesciati, rispetto all'asse verticale Z'

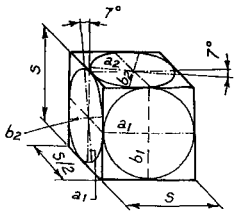


Fig. 7 -

Nella fig. 7 e rappresentato un cubo di spigolo S con cerchi inscritti sulle facce, vi sono indicate le direzioni degli assi delle ellissi di lunghezza $a_1 = b_1 = S$, $a_2 \approx 1{,}06S$, $b_2 \approx 0{,}33S$.
Nella fig. 8, esempio di quotatura (solo dimensioni di ingombro)

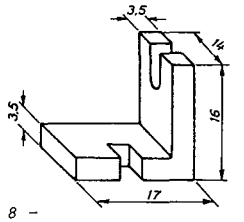
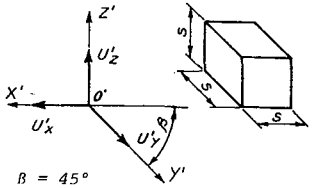


Fig. 8 -
- Assonometria cavaliera isometrica -

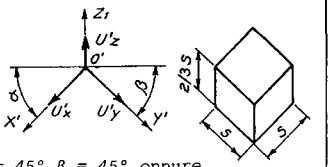
La proiezione degli assi e indicata in fig. 9, coi rapporti.
U'x:U'y:U'z = 1.1.1.



ß = 45°

Fig. 9 - Fig. 10 -
gli assi X' e Y' possono anche essere rovesciati, rispetto all'asse verticale Z'
- Assonometria cavaliera planimetrica -

Particolarmente adatta per disegni di urbanistica. Rapporti.
U'x:U'y:U'z = 1.1.2/3.



α = 45° ß = 45° oppure
α = 30° ß = 60° oppure
α = 60° ß = 30°

Fig. 11 - Fig. 12 -

Proiezioni prospettiche (Rif. UNI 7349)

La prospettiva prevalentemente impiegata nei disegni tecnici e quella accidentale (vedi fig.1), in alcuni casi quella frontale (Fig. 2) Di quella razionale se ne omette la descrizione perche di scarsa utilita e troppo complessa da eseguire.
- Simboli -

Q = quadro prospettico.
T = piano di terra.
LT = linea di terra.
LO = linea d'orizzonte.
PS = punto di stazione.
PV = punto di vista.
PP = punto principale.
pp = punto princip. sul piano di terra.
F = punto di fuga.
h = altezza di osservazione.
α = angolo del cono visivo ≈ 35°
- Principi generali -

Sulla traccia del piano prospettico si costruisce una figura preparatoria dell'oggetto vista dall'alto e talvolta, la corrispondente figura vista da destra (o da sinistra) Si stabilisce quindi sui piani orizzontale e verticale il punto PS in rapporto all'angolo α che deve contenere l'oggetto (Fig. 3)
Sulle figure si indicano con:
- A,B,C,D. .i punti dell'oggetto in vista prospettica (o nella figura preparatoria vista da destra o sinistra)
- a,b,c,d. .i punti nella figura preparatoria vista dall'alto.
- (A),(B),(C) i punti di significato prospettico individuati per intersezione del raggio visivo sulla traccia del quadro prospettico.
- (A*),(B*),(C*) i punti individuati sulla traccia per ribaltamento, proiezione o trasferimento
Si determinano i punti di fuga f_1 e f_2 conducendo da PS le parallele agli spigoli orizzontali, fino ad intersecare la traccia del quadro prospettico.

I punti f_1 e f_2 si riportano in verticale sulla linea LO determinando F_1 e F_2

Il punto diagonale PD e un punto di fuga notevole perche e relativo ad una diagonale del quadrato costruito sulle direzioni degli spigoli dell'oggetto (vista dall'alto) ed alle rette ad essa parallele. Questo punto e molto utile per oggetti aventi un'asse di simmetria oppure modulati secondo figure geometriche semplici (poligoni, circonferenze)(Fig. 3)

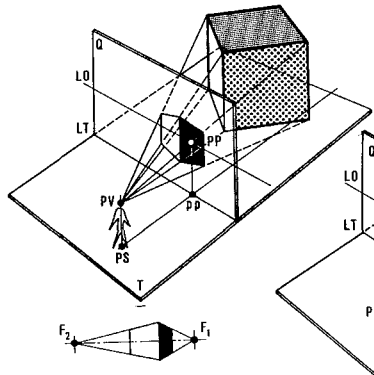


Fig. 1 - Prospettiva accidentale

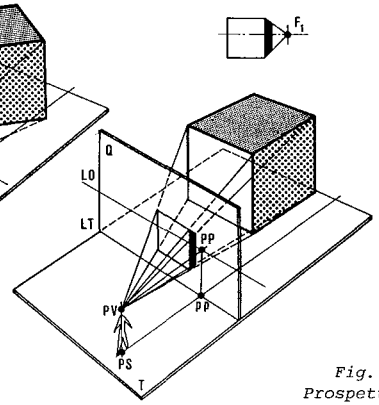


Fig. 2 - Prospettiva frontale

segue

segue: Proiezioni prospettiche

Nelle prospettive, accidentale e frontale, tutti gli spigoli verticali dell'oggetto restano verticali anche in prospettiva.

Le altezze dell'oggetto si mantengono reali (prescindendo dalla scala eventualmente adottata) solo se contenute nel piano del quadro prospettico; percio tutte le altezze andranno elevate da LT (meglio se in corrispondenza allo spigolo del massimo parallelepipedo contenente l'oggetto e piu vicino al PV) e poi condotte all'opportuno punto di fuga (F_1 e F_2) per permettere la relativa riduzione di dimensione dovuta allo scorcio prospettico.

Gli spigoli orizzontali dell'oggetto (e le direzioni che nella vista dall'alto risultano ad essi paralleli), nella figura prospettica concorrono al rispettivo punto di fuga.

Gli spigoli dell'oggetto, se perpendicolari al quadro, risultano prospetticamente concorrenti al PP; se paralleli al quadro, permangono tali ancorche ridotti di misura.

Le tracce dei raggi visivi nella vista dall'alto, collegantì il PS con i punti notevoli dell'oggetto determinano per intersezione col quadro l'immagine prospettica dell'oggetto.

I punti misuratori m_1 e m_2 (Figura 4) ottenuti ribaltando i PS sulla traccia con raggio f_1 e f_2, sono punti di fuga particolari.

Riportati su LO in M_1 e M_2 determinano direttamente, sulle linee della prospettiva concorrenti ai punti di fuga F_1 e F_2, la lunghezza che a loro compete.

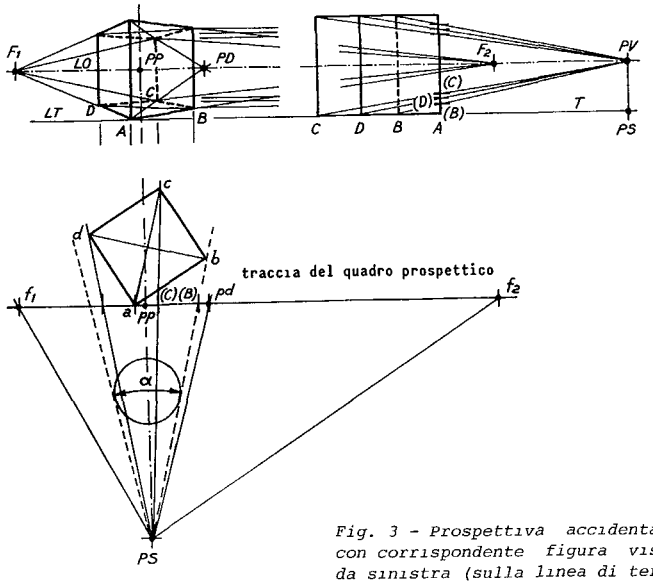


Fig. 3 - Prospettiva accidentale con corrispondente figura vista da sinistra (sulla linea di terra LT) eseguita col metodo del taglio.

segue

segue: Proiezioni prospettiche

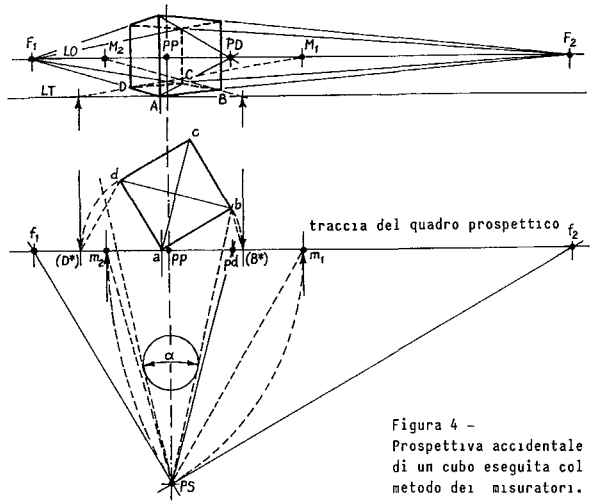
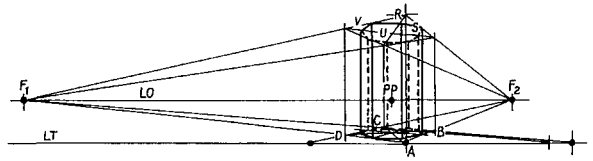


Figura 4 - Prospettiva accidentale di un cubo eseguita col metodo dei misuratori.



Nella vista dall'alto prolungare gli spigoli dell'oggetto sino a determinare intersezione con la traccia del quadro.

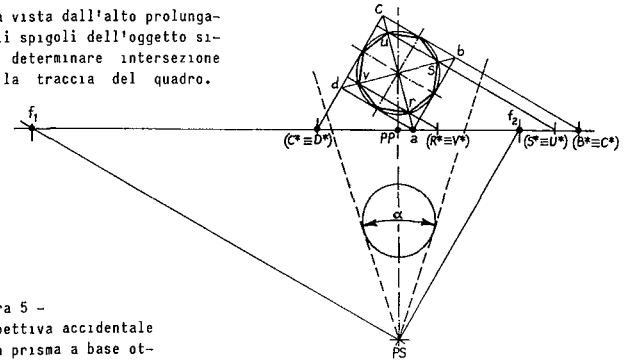
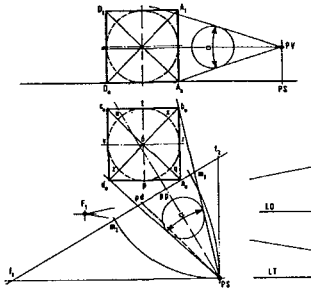


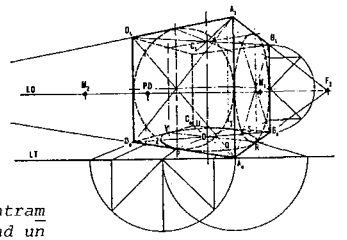
Figura 5 - Prospettiva accidentale di un prisma a base ottogonale eseguita col metodo delle fughe.

segue

segue: Proiezioni prospettiche

Circonferenze - La figura prospettica orizzontale e verticale si ottiene iscrivendola in un quadrato e rintracciando le proiezioni prospettiche di otto punti (estremi di due diametri ortogonali e intersezioni del cerchio con le diagonali del quadrato) quindi





raccordandoli in curva, in entrambi i casi si fa riferimento ad una semicirconferenza tracciata in proiezione ortogonale o sulla linea LT oppure su uno spigolo verticale del quadrato ausiliario.

Fig. 6 -

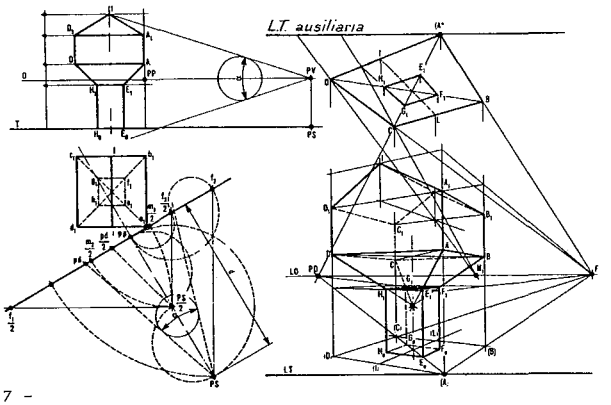


Fig. 7 -
Prospettiva accidentale - Piani inclinati - Nella figura vista dall'alto, per contenere l'ingombro per l'individuazione di f_1 e f_2, m_1 e m_2 e possibile ridurre la distanza secondo una costante (1/2, 1/4, 1/10, ecc) Si otterranno allora f, m, pd ridotti in proporzione della costante adottata. Questa riduzione e valida solo per la figura preparatoria, nel trasporto sulla figura prospettica (almeno per i punti F) si devono riportare le grandezze non ridotte. Nella costruzione prospettica, una LT ausiliaria tracciata al disopra dell'oggetto offre due vantaggi. le costruzioni prospettiche in altezza non si sovrappongono a quelle planimetriche-prospettiche risultano meno scorciate e graficam. piu agevoli

segue

segue: Proiezioni prospettiche

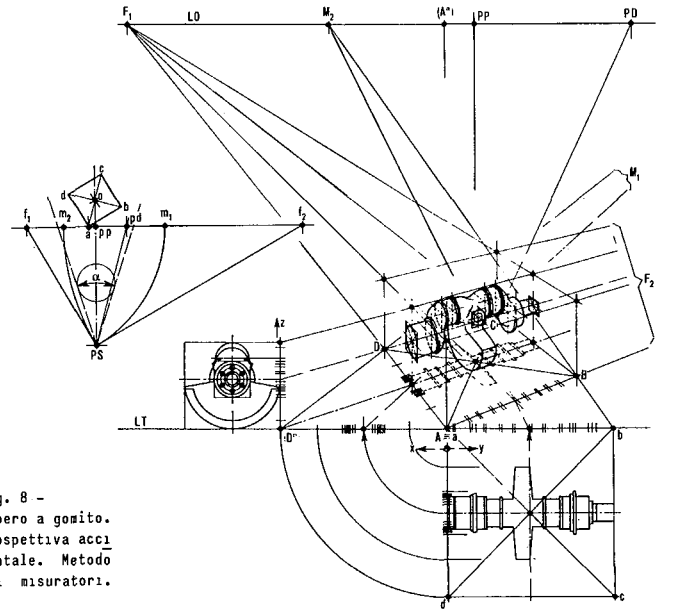
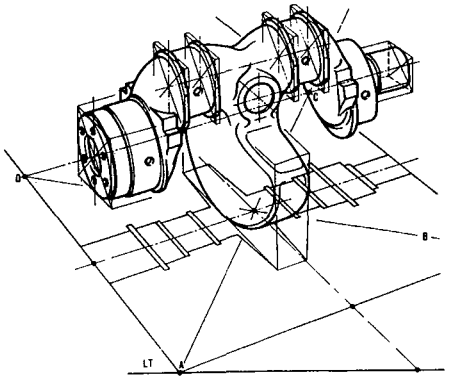


Fig. 8 -
Albero a gomito. Prospettiva accidentale. Metodo dei misuratori.

- Organi meccanici -
Il metodo dei misuratori risulta il più pratico. Se l'elemento é complesso disegnare una vista dall'alto sotto la linea LT. Per favorire l'imposizione delle altezze(z) eseguire anche una vista anteriore su LT collimante con un allineamento notevole della figura prospettica (p.e. un'asse o uno spigolo) E' bene disporre LO ad altezza notevole (in rapporto all'altezza dell'oggetto) per ottenere una visione manifestamente dall'alto La scala deve essere particolarmente rapportata al numero dei particolari che si vogliono rendere evidenti.



Convenzioni particolari di rappresentazione (Rif. UNI 3977)

- Parti contigue di riferimento -
Se necessario si disegnano con linea mista (tipo K) Non devono nascondere il pezzo principale, ma possono essere nascoste da questo (Fig. 1)

- Intersezioni fittizie -
Si possono rappresentare, nel punto di raccordo con linea tipo B che non tocchi i contorni (Fig.2)

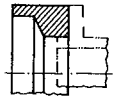


Fig. 1 -

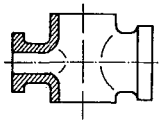


Fig. 2 -

- Intersezioni reali -
Si tracciano con linea tipo B se in vista, con linea tipo E o F se nascoste (Fig. 3)

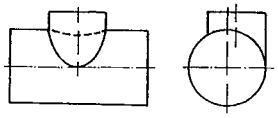


Fig. 3 -

Rappresentazione semplificata delle intersez. reali o fittiz. fra:
- due cilindri. le linee curve di intersezione diventano segmenti rettilinei (Fig. 4, 5 e 6)
- un cilindro e un prisma: l'intersezione reale e allineata nel contorno del cilindro (Fig. 7 e 8)

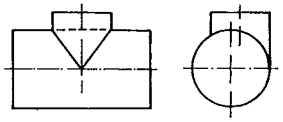


Fig. 4 -

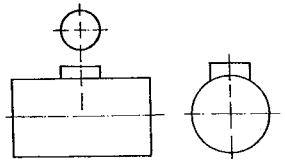


Fig. 5 -

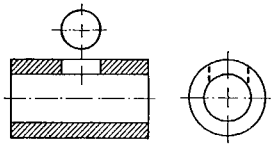


Fig. 6 -

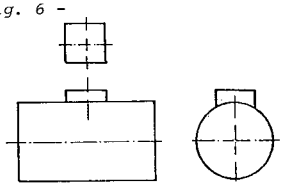


Fig. 7 -

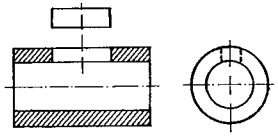


Fig. 8 -

- Facce piane -
Le superficie piane in vista su un corpo cilindrico si possono evidenziare con due linee diagonali (tipo B) (Fig. 9 e 10)

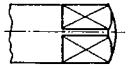


Fig. 9 -

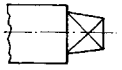


Fig. 10 -

Parti anteriori al piano di sezione devono essere rappresentate, se necessario, con linea tipo K (Fig. 11)

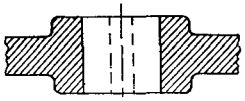


Fig. 11 -

- Vista di oggetti simmetrici -

Per risparmio di spazio e di tempo possono essere disegnati per meta o 1/4 della loro vista compl.

segue

segue: Convenzioni particolari di rappresentazione

Gli assi di simmetria si contrassegnano alle estremita con due tratti paralleli (tipo B) (Fig. 12 e 13) Oppure e possibile prolungare leggermente la figura oltre gli assi di simmetria(Fig.14)

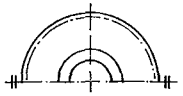


Fig. 12 -

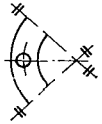


Fig. 13 -

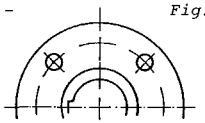


Fig. 14 -

- Viste interrotte -
L'interruzione deve essere delimitata da una linea (tipo C, oppure tipo D) Le parti rimaste possono essere avvicinate (Fig. 15)

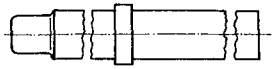


Fig. 15 -

- Elementi ripetitivi -
Specificando il numero e la forma degli elementi, con quote o con nota, il disegno puo essere semplificato come nelle fig. 16 e 17

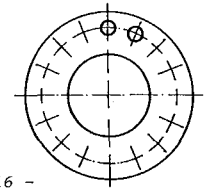


Fig. 16 -

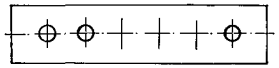


Fig. 17 -

- Particolari in scala ingrandita
Quando la scala e troppo piccola per mostrare e quotare un particolare, questi puo essere contornato da una linea (tipo B) e ripetuto in scala piu grande. Una lettera maiuscola identifica i due particolari. Su quello ingrandito si pone la scala scelta (fra parentesi) come mostrato in Fig. 18.

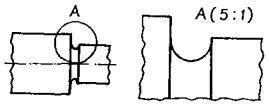


Fig. 18 -

Il contorno di elementi prima della lavorazione (Fig. 19) o finiti nel disegno di grezzi (Fig. 20)si eseguono con linea tipo K.

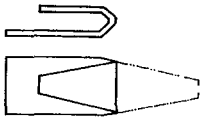


Fig. 19 -

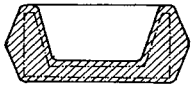


Fig. 20 -

- Oggetti trasparenti -
Gli oggetti di materiale trasparente si considerano opachi, ma le parti posteriori a questi si mostrano come visibili (Fig. 21)

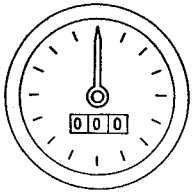


Fig. 21 -

Rappresentazione convenzionale delle filettature (Rif. UNI 3978)

- Sistema convenzionale di rappresentazione: -

- Filettature in vista -
La cresta del filetto dovra avere linea continua grossa (tipo A) ed il fondo del filetto linea continua fine (tipo B) (Fig. 1,5 e 6)
Quando in una vista, lo smusso di filettatura e coincidente col fondo del filetto si indica solo quest'ultimo (Fig. 1 e 3)

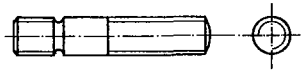


Fig. 1 -

- Filettature non in vista -
Quando la loro rappresentazione e necessaria, la cresta e il fondo del filetto saranno indicati con linea a tratti grossa e fine (tipo E od F) (Fig. 2)

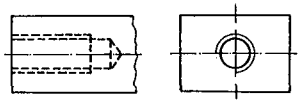


Fig. 2 -

- Filettature in sezione -
La cresta e il fondo del filetto sono rappresentati come nelle viste. Il tratteggio della zona sezionata deve terminare alla linea indicante la cresta del filetto (Fig. 3 e 6)

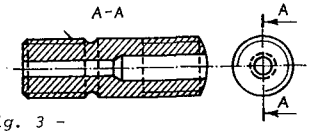


Fig. 3 -

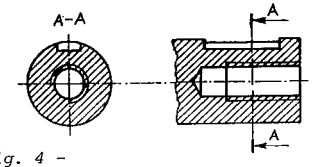


Fig. 4 -

- Viste e sezioni trasversali -
Nelle viste e sezioni perpendicolari all'asse della filettatura, la circonferenza indicante la cresta del filetto deve essere rappresentata con linea continua grossa (tipo A) come si vede nelle figure da 1 a 4. La circonferenza indicante il fondo del filetto deve essere eseguita per circa 3/4 con linea continua fine (tipo B) La distanza tra le due linee indicanti la cresta e il fondo del filetto, quando e possibile, deve essere uguale all'altezza del filetto.
- Filetti incompleti -
I filetti incompleti non sono rappresentati (Fig. 1 e 4) salvo il caso in cui abbiano importanza funzionale (Fig. 5)

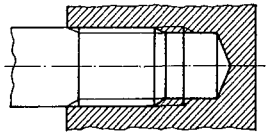


Fig. 5 -

- Accoppiamenti filettati -
Le filettature esterne (viti) nascondono sempre le filettature interne (madreviti) e non il contrario (Fig. 5 e 6)

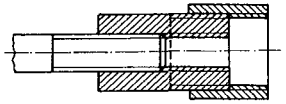


Fig. 6 -

Nel caso di rappresentazioni illustrative, o particolarmente complesse e consentito il metodo di fig. 7

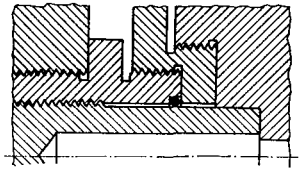


Fig. 7 -

Quotatura

Definizioni e principi
(Rif. UNI 4820)

Quota
Deve essere espressa in una ben definita unita di misura, generalmente in millimetri. Utilizzando altra unita di misura nello stesso disegno, questa sara indicata dopo il valore numerico della quota.
Quota funzionale (F)
E' essenziale alla funzione di un oggetto.
Quota non funzionale (NF)
Non e essenziale alla funzione dell'oggetto ed e scelta in relazione al suo scopo (p.e. lavorazione e verifica)
Quota ausiliaria (Aux)
E' indicativa a solo titolo informativo. Essa e deducibile dalla combinazione di altre quote, e indicata fra parentesi, e sempre priva di tolleranza.

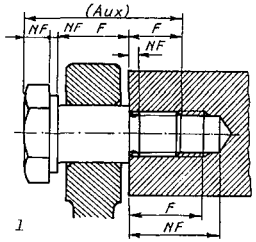


Fig. 1

Principi generali
Tutte le indicazioni (p.e. quote, tolleranze, rugosita) devono essere scritte direttamente sul disegno. Non si deve dedurre una quota funzionale da altre quote. Ciascun elemento non deve essere quotato piu di una volta. Non indicare piu quote di quanto necessarie per la definizione completa salvo le quote riferentesi ad operazioni intermedie (p.e. dimensioni di un elemento prima della cementazione o finitura) I valori numerici delle quote si scelgono, per quanto possibile, tra i valori della serie dei numeri normali (UNI 2016) Gli oggetti e gli elementi normalizzati possono essere non quotati, ma richiamati con la relativa designazione normalizzata.

Linee di misura e di riferimento
(Rif. UNI 3973)
La linea di misura individua una dimensione dell'oggetto, in generale, limitata dalle linee di riferimento, definita dal valore numerico della quota (escluso quote fuori scala e linee di misura interrotte)
Le linee di riferimento collegano una dimensione dell'oggetto con gli estremi della linea di misura

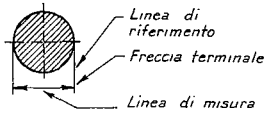


Fig. 1

Le estremita delle linee di misura sono individuate con frecce (vedi fig. 2)

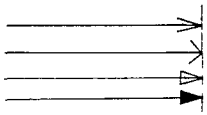


Fig. 2

oppure con tratto obliquo (45°) o, nel caso di estremita che si identificano con un'origine, con una circonferenza di circa Ø 3 mm (vedi fig. 3)

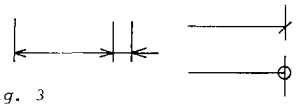


Fig. 3

Linee di misura, di riferimento, frecce, tratti obliqui e diametri sono eseguite con linea continua fine (B-UNI 3968)
Tracciamento delle linee di misura
Le linee di misura devono, per quanto possibile, essere tracciate all'esterno della figura e sufficientemente distanziate tra loro e dalle linee di contorno.
Non devono coincidere con assi,

segue

segue: Quotatura

con linee di contorno e di riferimento. Per quanto possibile, non intersecare altre linee del disegno.

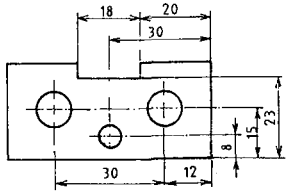


Fig. 4

Le linee di misura si dispongono parallelamente alle dimensioni alle quali si riferiscono, quelle minori più vicine alla rappresentazione, quelle maggiori progressivamente più lontane. Nel caso di angoli e archi, devono essere degli archi di circonferenza con centro nel vertice dell'angolo. (vedi fig. 5)

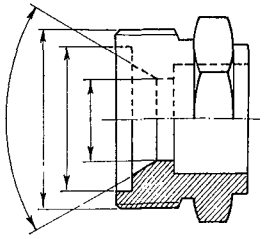


Fig. 5

Quando le linee di contorno sono concorrenti, quelle di riferimento si devono prolungare leggermente al di la della loro intersezione (vedi fig. 6)

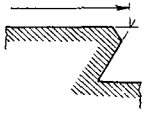


Fig. 6

Le linee di misura, sono di regola, perpendicolari alla linea di riferimento. Per eccezione e per chiarezza di disegno, possono essere inclinate e parallele fra loro (vedi fig. 7)

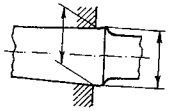


Fig. 7

Le linee di misura devono riferirsi solo a dimensioni che nel pezzo risultano parallele al piano del disegno e quindi non relative a dimensioni di parti viste di scorcio.
Le linee di misura devono essere tracciate interamente anche se si riferiscono ad elementi rappresentati con interruzione (vedi fig. 8)

Fig. 8

Tracciamento delle linee di riferimento

Le linee di riferimento non devono, per quanto possibile, intersecare altre linee nel disegno ne linee di misura. Come linee di riferimento si possono utilizzare assi, linee di contorni o il loro prolungamento (vedi fig. 4)

Criteri di scrittura delle quote

Le quote non devono essere sovrapposte alle linee del disegno e essere disposte secondo uno dei criteri A e B. (In uno stesso disegno, usare un solo criterio)
Criterio A - Le cifre sono disposte parallelamente alla linea di misura, al di sopra e staccate da essa (vedi fig. 9)

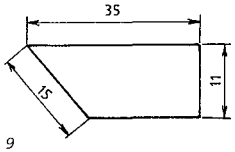


Fig. 9

segue

segue: Quotatura

I valori si leggono dalla base e dal lato destro del disegno. Quelli su linee di misure oblique devono essere orientati come in figura 10.

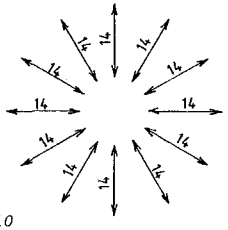


Fig. 10

I valori angolari possono essere disposti come nelle figg. 11 e 12

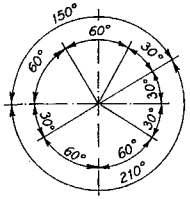


Fig. 11

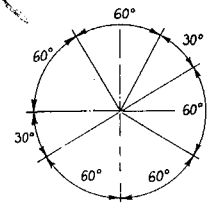


Fig. 12

Criterio B - Le quote devono essere lette solo dalla base del disegno. In questo caso le linee di misura sono interrotte per contenere la quota (figg. 13 e 14)

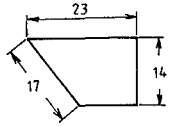


Fig. 13

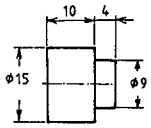


Fig. 14

I valori angolari possono essere disposti come in fig. 15.

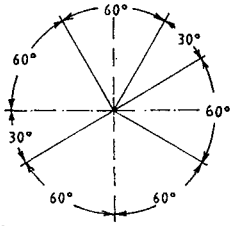


Fig. 15

Sistema di quotatura
(Rif. UNI 3974

Quotatura in serie

Quando hanno prevalentemente importanza le distanze fra elementi contigui e l'accumulo degli scostamenti non compromette la funzionalita dell'oggetto.

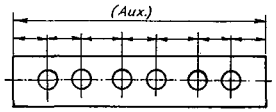


Fig. 1

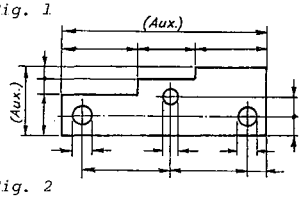


Fig. 2

Con questo sistema non sono stabiliti elementi di riferimento ossia di origine caratteristica per la funzione, per la costruzione e per il controllo.

Quotatura con origine comune

a) In parallelo

Quando più quote aventi uguale direzione hanno un'unica origine, si usa la quotatura in parallelo.
Questa evita la possibilita di accumolo di errori costruttivi, permette di stabilire le tolleranze indipendenti ed e particolarmente indicata nei casi in cui la trac-

segue

segue: Quotatura

ciatura, l'esecuzione e il controllo dei pezzi vengono eseguiti con macchine o strumenti a spostamento progressivo.

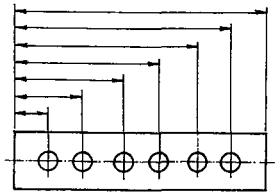


Fig. 3

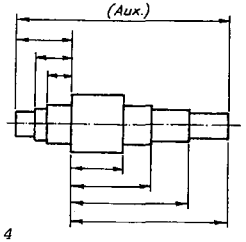


Fig. 4

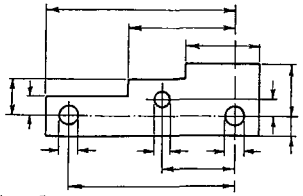


Fig. 5

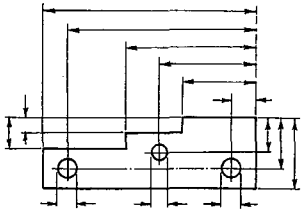


Fig. 6

La diversita di quotatura tra due pezzi uguali dipende dal riferimento di origine; il centro di un foro per la fig. 5, la faccia interna in alto e quella di destra per la fig. 6, il foro di centro per la fig. 7, un riferimento esterno per la fig. 8. Queste scelte dipendono dalla funzione del pezzo, sono determinanti, come vedremo in seguito, per stabilire i dati da assumere in relazione alle tolleranze da applicare al pezzo.

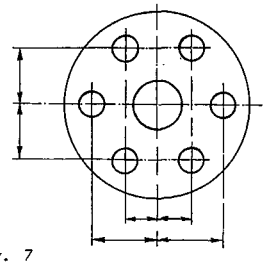


Fig. 7

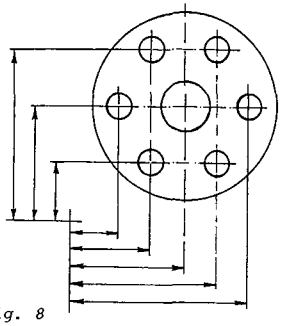


Fig. 8

b) A quote sovrapposte
E' una quotatura in parallelo semplificata. Con questo metodo viene usata un'unica linea di misura e, l'elemento di riferimento ossia di origine, viene quotato zero

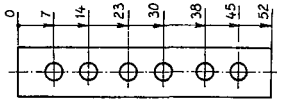


Fig. 9

segue

segue: Quotature

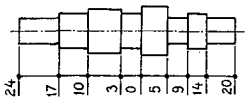


Fig. 10

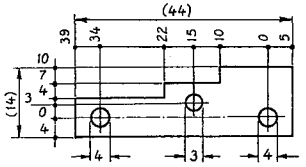


Fig. 11

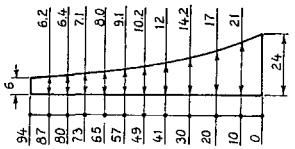


Fig. 12

Quotatura combinata
Quando sia necessario ricorrere a piu elementi di riferimento, si possono usare contemporaneamente i sistemi in serie e in parallelo per soddisfare tutte le esigenze del disegno costruttivo.

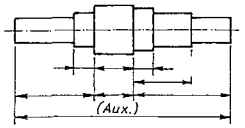


Fig. 13

Quotatura in coordinate
a) - Coordinate cartesiane
In qualche caso, puo essere opportuno, sia per l'esecuzione che per il controllo, raggruppare le quote in apposita tabella come mostrato nella figura 14.

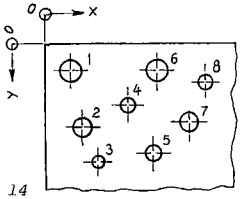


Fig. 14

	1	2	3	4	5	6	7	8
X	10	14	21	33	42	44	58	64
Y	10	32	48	24	44	10	31	16
Ø	8	7	3,5	4	6	8	7	4

dove x e y sono le coordinate del centro del foro, Ø il diametro(eventualmente completo di tolleranza) Si puo aggiungere Z per indicare la profondita del foro.
Le coordinate dei punti di intersezione, in un reticolo, devono essere indicate come in fig. 15.
Le coordinate dei punti di riferimenti arbitrari senza reticolo devono essere indicate a fianco di ciascun punto o in apposita tabella. (vedi figg. 16 e 17)

Fig. 15

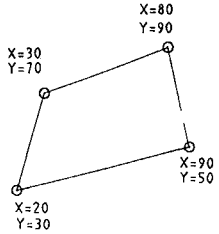


Fig. 16

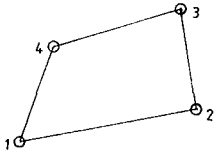


Fig. 17

	1	2	3	4
X	10	80	70	20
Y	20	40	80	60

segue

segue: Quotatura

b) - In coordinate polari
La figura 18 mostra un esempio di quotatura in coordinate polari.

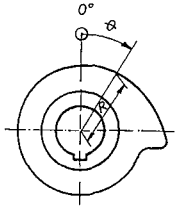
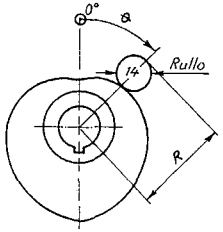


Fig. 18

θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105-180°
R	13	13,6	14,3	15	15,8	16,6	17,4	13

La figura 19, un esempio in coordinate polari con rullo di misura



θ	0°	22,5°	45°	67,5°	90°	112,5°
R	34	36	38	40	42	44
θ	137°	157,5°	180°	202,5°	225°	247,5°
R	46	48	50	48	46	44
θ	270°	292,5°	315°	337,5°	360°	
R	42	40	38	36	34	

Fig. 19

Convenzioni particolari di quotatura (Rif. UNI 3975)

Corde, archi e angoli
Si quotano rispettivamente come nella figure 1, 2 e 3.

Fig.1 Fig.2 Fig.3

Diametri
Le quote dei diametri sono precedute dal simbolo Ø (fig. 4) salvo che il Ø si vede chiaramente come mostrato in fig. 5.

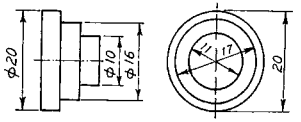


Fig. 4 Fig. 5

Nei casi come in fig. 5, le linee di misura, passanti per il centro non devono essere piu di due.

Quadri
La quota di un lato di un quadro e preceduta dal segno □ (fig. 6), cio non e necessario se il quadro e mostrato come nelle figg. 7 e 8

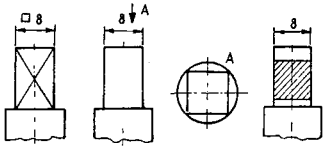


Fig.6 Fig.7 Fig.8

Raggi
Le quote dei raggi devono essere precedute dal simbolo R.

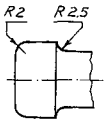


Fig. 9

Parti sferiche
Diametri e raggi di parti sferiche sono preceduti dal simbolo SØ e SR.

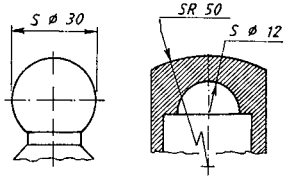


Fig.10 Fig.11

segue

segue: Quotatura

Smussi
Uno smusso qualsiasi e quotato come in fig. 12. Uno smusso a 45° come in figura 13.

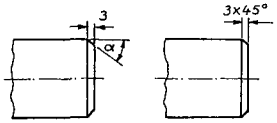


Fig. 12 Fig. 13

Elementi ripetuti
Elementi ripetuti equidistanti o regolarmente disposti, per semplicita, possono essere usate indicazioni come nella figura 14 oppure come nella figura 15.

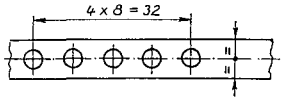


Fig. 14

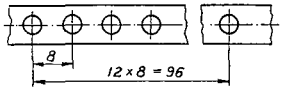


Fig. 15

Elementi diversi, comunque disposti sullo stesso disegno, possono essere richiamati con una lettera come in figua 16.

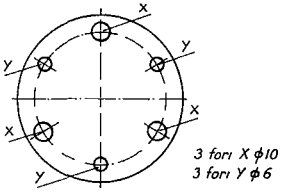


Fig. 16

Barre, tubi e profilati
La quotatura avviene secondo la UNI 7619. Tale norma puo essere applicata anche nel caso di elementi impegnati in ambito diverso dalla carpenteria.

Filettature
Le filettature si quotano con riferimento al diametro esterno.

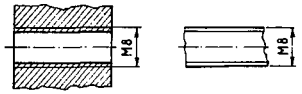


Fig. 17

Elementi con caratteristiche specifiche
Una porzione di superficie con una prescrizione particolare, si evidenzia con una linea mista grossa (tipo J) adiacente e parallela alla superficie stessa (vedi fig. 18) Se applicata ad un solido di rivoluzione, la linea mista si esegue su una sola generatrice (figura 19)

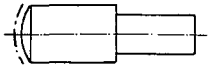


Fig. 18

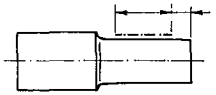


Fig. 19

Disegni di insieme
Le quote devono essere raggruppate, per quanto possibile, in modo da facilitare la lettura, per esempio: quelle delle parti interne distinte da quelle esterne.

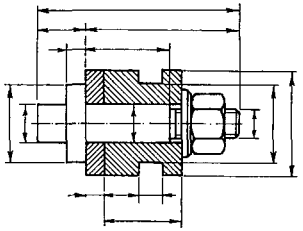


Fig. 20

Curvatura di profili
I profili possono essere indivi-

segue

segue: Quotature

duati mediante:
a) - Centri e raggi di curvatura (fig. 21) Se il centro dell'arco e fuori dal limite di rappresentazione, puo essere spezzato.

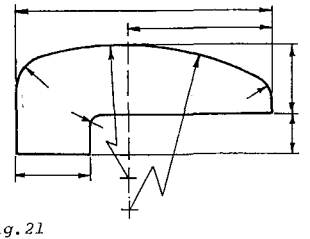


Fig. 21

b) - Coordinate di un determinato numero di punti (Fig. 22)

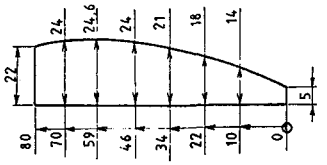


Fig. 22

Quotatura di parti simmetriche
Le linee di misura devono sorpassare di poco l'asse della figura (fig. 23) o fino all'altezza della linea di interruzione del disegno (fig. 24)

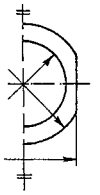


Fig. 23

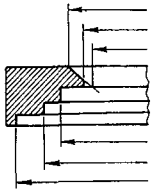


Fig. 24

Quotatura di dimensioni fuori scala
Le quote delle parti che non sono disegnate in scala devono essere sottolineate (fig. 25)

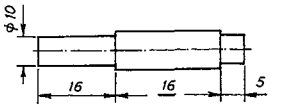


Fig. 25

Indicazioni delle tolleranze lineari ed angolari (Rif.UNI 3976)
Le cifre delle tolleranze devono essere di altezza minore di quelle delle quote. Le tolleranze, come le quote, possono essere scritte secondo il criterio A o il criterio B (UNI 3973)

Indicazione delle tolleranze su prodotti singoli
a) - mediante il simbolo della zona di tolleranza (fig. 1)

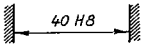


Fig. 1

b) - mediante gli scostamenti limite (figg. 2 e 3)

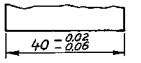


Fig. 2

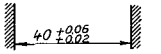


Fig. 3

Lo scostamento superiore deve essere scritto sopra lo scostamento inferiore, sia per gli alberi che per i fori (figg. 2 e 3)
Se la tolleranza e disposta simmetricamente, il valore assoluto e scritto una sola volta, preceduto dal segno ± (fig. 4)

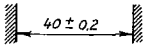


Fig. 4

Gli scostamenti devono essere, di regola, indicati nella stessa unita di misura della dimensione nominale. Se indicata un'unita di misura diversa, scriverla di seguito al valore degli scostamenti

segue

segue: Indicazione delle tolleranze

oppure, se e la stessa per tutti i valori del disegno, opporre una nota nel riquadro iscrizioni. Nel primo caso e necessario indicare l'unita di misura anche dopo la dimensione nominale.
I valori degli scostamenti si devono esprimere con lo stesso numero di cifre decimali. Se uno degli scostamenti e nullo, si indica con zero (fig. 5)

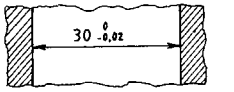


Fig. 5

c) - mediante simbolo e valori di scostamento (fig. 6)

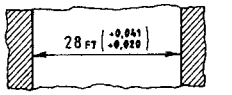


Fig. 6

d) - mediante le dimensioni limite (fig. 7)

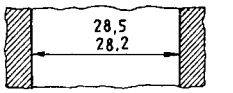


Fig. 7

Se la dimensione effettiva e limitata in un solo senso, l'indicazione del valore e seguito dalla abbreviazione "min" o "max" (vedi figura 8)

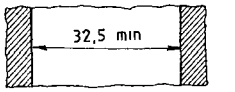


Fig. 8

Tolleranze sulle quote angolari
a) - mediante scostamenti limite.
Le indicazioni sono analoghe a quelle sulle quote lineari.

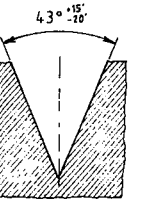


Fig. 9

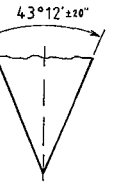


Fig. 10

Fig. 11

b) - mediante le dimensioni limite.
Le indicazioni sono analoghe a quelle sulle quote lineari.

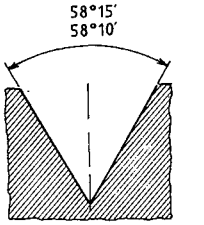


Fig. 12

Fig. 14

Indicazione delle tolleranze negli accoppiamenti
a) - Quote lineari
Le regole sono analoghe a quelle sui prodotti singoli. E' necessario evidenziare quale indicazione si riferisce all'albero e quale al foro. L'indicazione relativa al foro precede sempre quella relativa all'albero come mostrano le figure 14,15,16,17 e 18.

segue

segue: Indicazione delle tolleranze

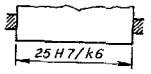


Fig. 14

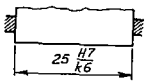


Fig. 15

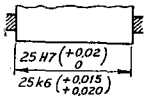


Fig. 16

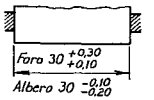


Fig. 17

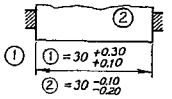


Fig. 18

b) - Quote angolari

Valgono gli stessi criteri delle quote lineari, esemplificati nelle figure 19 e 20

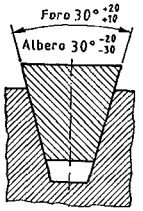


Fig. 19

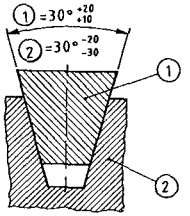


Fig. 20

Tolleranze da lavorazioni

Teoricamente ogni quota dovrebbe portare il valore della tolleranza di lavorazione, oppure essere sottoposta a tolleranza generale (vedi UNI-ISO 2768) Quando invece sia sufficiente ai fini funzionali una precisione spontaneamente ottenuta dalla normale lavorazione, si puo ometterla e attribuire alle diverse lavorazioni le seguenti precisioni.

Lavorazioni	Toll. mm
Lavorazione corrente di limatura, fresatura, stozzatura	0,200
c.s. ma con successiva passata di finitura.	0,100
c.s. ma relativa ad area molto piccola.	0,050
Rettifica in piano su piano magnetico	0,075
Rett. in piano di spallam.	0,050
Fori di guida picc. lungh.	0,050
c.s.ma con rettif.speciale.	0,002
Fresatura di superf. terminali con disimp.automatico.	0,075
Rettifica di pezzi corti.	0,025
Foratura.	0,100
Posizione del fondo di fori con disimpegno automatico.	0,375
c.s.ma con attrezz. partic.	0,050
Lavorazione corrente di tornit.o ales.con arresti aut.	0,150
c.s.ma con lavoraz.accurata	0,050
Scanalature ottenute con fresatrice o limatrice	0,100
c.s.ma con pass.di limatura	0,050
Alesatura semplice.	0,050
c.s. ma molto accurata	0,015

Applicazioni di toller.specifiche

In una catena di dimensioni con tolleranze (fig. 14) tutte le variazioni di posizione che si possono avere sono uguali alla somma delle toller intermedie. Il dimensionamento in parallelo(fig.2 evita gli accumuli totali, ma la tolleranza di una distanza fra 2

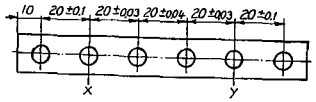


Fig. 1 - Dimensioni a catena, accumulo di toller. tra i fori X e Y.

Applicazione di tolleranze specifiche

particolari uguaglia la somma delle tolleranze delle due dimensioni dal riferimento. Due punti da controllare strettamente vanno dimensionati direttamente con tolleranze (Fig. 3)

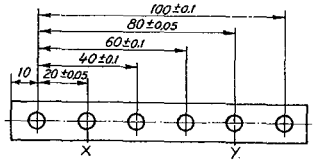


Fig. 2 - Dimensioni in parallelo, lo stesso accumulo tra i fori X e Y ma con tolleranze piu ampie.

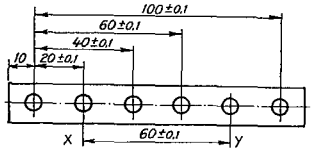


Fig. 3 - Dimensioni miste, nessun accumulo, tolleranze ampie.

- Superficie angolari -

Possono essere quotate con una combinazione di dimensioni lineari e un angolo oppure solo con dimensioni lineari.

Qualsiasi combinazione di dimensioni e tolleranze ha l'effetto di specificare un particolare campo di tolleranze entro il quale deve stare la superficie. La forma e l'estensione della zona cosi specificata dipende dal metodo di dimensionamento usato e dal modo in cui le tolleranze sono state disposte alle dimensioni di posizione. Se una superficie angolare e quotata con una combinazione di coordinate lineari e polari, la superficie deve stare fra due piani rappresentati dalla zona di tolleranza. La superficie controllata dalla dimensione angolare (Fig. 4) puo giacere dovunque entro la zona di tolleranza, con una limitazione: il suo angolo verticale non puo essere minore di 14°30' ne maggiore di 15°30'

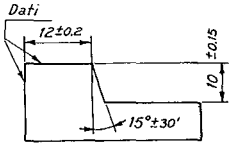


Fig. 4 -

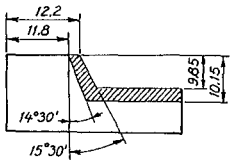


Fig. 5 - Interpretazione della figura 4.

- Metodo dell'angolo base -

Per evitare l'accumulo di tolleranze si puo usare il metodo di tolleranze dell'angolo base. Questo metodo viene comunemente usato negli incastri a coda di rondine. Nelle Figg. 6 e 7 il dimensionamento e basato sul requisito funzionale che le facce di controllo sono superfici di riferimento.

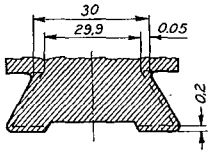


Fig. 6 -

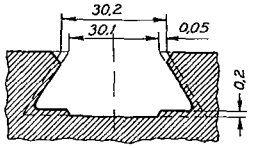


Fig. 7 -

L'accuratezza degli angoli prodotti deve essere tale che nessuna parte delle superfici risultanti sorpassi questi limiti. Nelle figure 6 e 7 la tolleranza diretta controlla la larghezza dell'intersezione delle superfici di contatto.

Quotatura e indicazine delle tolleranze dei profili

Metodi di quotatura e indicazione delle tolleranze geometriche di forma di linee e superfici profilate. (da UNI 7226/3 - ISO 1660) Questi metodi sono in relazione con le omonime tolleranze di forma della UNI 7226 - ISO 1101.

Quotatura di un profilo o di superfici profilate

I profili possono essere quotati secondo uno dei seguenti metodi.

a) mediante raggi di curvatura.
b) mediante coordinate di una serie di punti (figg. 21 e 22, rif. UNI 3975, Sezione A)
c) mediante coordinate polari con rullino di misura(fig. 19 rif. UNI 3974, Sezione A)

Indicazione delle tolleranze geometriche di una linea

La zona di tolleranza è definita rispetto al profilo teorico individuato tramite le quote teoricamente esatte (quote riquadrate) Questa zona deve essere disposta simmetricamente rispetto al profilo teorico della linea e misurata ortogonalmente al profilo. La larghezza, in ogni punto,e costante.

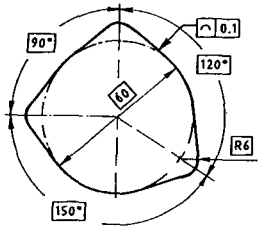


Fig. 1 - Indicazioni sul disegno

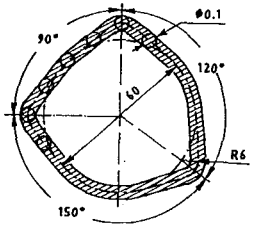


Fig. 2 - Interpretaz. della fig. 1

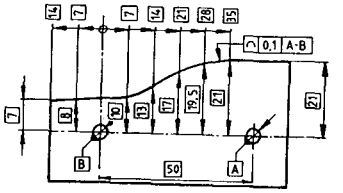


Fig. 3 - Indicazioni sul disegno

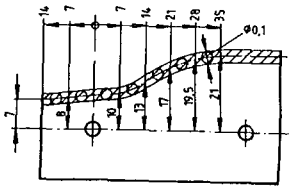


Fig. 4 - Interpretaz. della fig. 3

Indicazione della tolleranza geometrica di una superficie

La zona di tolleranza di una superficie e definita rispetto al profilo teorico, individuato tramite le quote, teoricamente esatte (quote riquadrate) Questa zona deve essere disposta simmetricamente rispetto al profilo teorico della superficie e misurata ortogonalmente al profilo. La larghezza, in ogni punto,e costante.

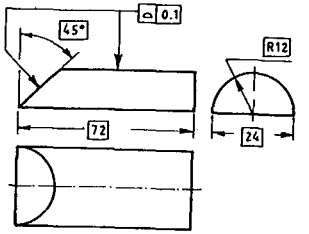


Fig. 5 - Indicazioni sul disegno

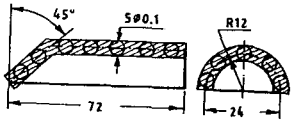


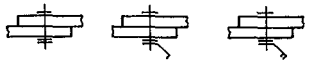
Fig. 6 - Interpretaz. della fig. 5

Rappresentazione e quotatura delle strutture di carpenteria metallica

(Rif. UNI 7619) Regole complementari da applicare per la rappresentazione e quotatura di insiemi e di particolari di strutture di carpenteria (ivi compresi, ponti, tettoie, pali, ecc.) realizzate con barre, profilati, tubi, lamiere ed elementi composti. Apparecchi ed impianti di sollevamento e trasporto, contenitori e recipienti. Ascensori, scale mobili e nastri trasportatori. Scale dimensionali secondo UNI 1310.
Fori, bulloni, chiodi e ribattini devono essere rappresentati come indicato nel prospetto seguente. Le figure che seguono sono solo indicative.

su vista:	svasatura foro	Fori: per esecuzione in officina	Fori: per esecuzione in cantiere	Bulloni, chiodi e ribattini per posa in opera in officina	Bulloni, chiodi e ribattini per posa in opera in cantiere	Bulloni, chiodi e ribattini per posa in opera in cantiere: foro eseguito in cantiere
perpendicolare al suo asse	senza					
o sezione parallela al suo asse						
perpendicolare al suo asse	in vista					
o sezione parallela al suo asse						
perpendicolare al suo asse	non in vista					
o sezione parallela al suo asse						
perpendicolare al suo asse	duplice			Chiodi e ribattini		
o sezione parallela al suo asse						

La design. fa distinguere il simbolo del bullone da quello del chiodo o ribattino. Es. designaz. bullone con filett. M 12x50; chiodo: 12x50. Se necessario la posizione del dado sulla vista o sezione parallela all'asse del bullone deve essere indicata aggiungendo, al segno grafico, un'altro tratto, come sotto indicato.



segue

segue: Strutture di carpenteria metallica

- Quotatura -

Le linee di riferimento devono essere staccate dai segni grafici o dagli assi dei segni grafici rappresentanti fori, bulloni, chiodi o ribattini su viste o sezioni parallele al loro asse (Fig. 1)

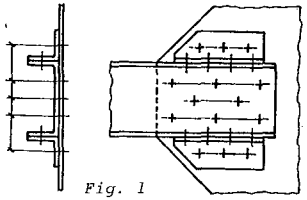


Fig. 1

Il diametro del foro deve essere indicato vicino al segno grafico. Le caratteristiche dei bulloni e dei chiodi, secondo la normazione si pongono vicino al segno grafico o nella distinta dei pezzi. Fori, bulloni e chiodi a gruppi di elementi uguali possono essere designati su un solo elemento che indica anche il loro numero (Fig. 2 e 3)

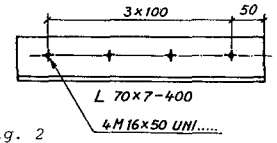


Fig. 2

Per i gruppi simmetrici di fori, bulloni, ecc. puo essere quotato solamente l'interasse (Fig. 3)

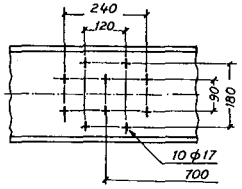


Fig. 3

- Quotatura degli smussi -

Gli smussi devono essere quotati, di preferenza, con dimensioni lineari (Fig. 4)

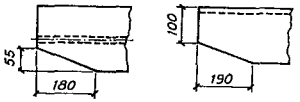


Fig. 4 -

- Quotatura e lunghezza dei pezzi curvi -

A fianco delle dimensioni delle lunghezze degli archi si indica, fra parentesi, il valore del raggio (Figg. 5 e 6)

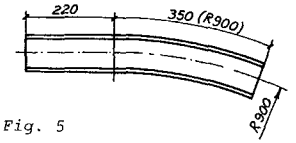


Fig. 5

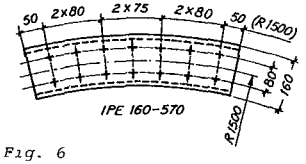


Fig. 6

- Designazione -

a) Barre, tubi e profilati.

Vicino a tutte le rappresentazioni delle barre, tubi e profilati deve essere indicata la loro designazione UNI seguita, se necessario, dal valore della lunghezza (vedi segno grafico e dimensioni come indicato nella Tab. seguente)

Denominazione	segno grafico	
Profilato a L	L	Indicare dopo il segno grafico, le dimensioni piu significative. Esempio: L80x40x6
Profilato a T	T	
Profilato a I	I	
Profilato a U	[	
Profilato a Z	Z	
Profilato per rotab. ferrov		
Profilati a L con bulbo		
Profilati piatti con bulbo		

segue

segue: Strutture di carpenteria metallica

b) Lamiere e piastre

Le lamiere e le piastre devono essere designate mediante l'indicazione dello spessore seguito dalle dimensioni della figura geometrica di inviluppo del pezzo finito (vedere figg. 7, 8 e 9)

- Quotatura dei nodi -

Il sistema per la quotatura dei nodi deve essere riferito al punto di intersezione di almeno due assi neutri convergenti (punto di riferimento) La quotatura dei nodi deve comprendere le quote di posizione dei fori rispetto agli assi neutri predetti e, eventualmente le dimensioni di ingombro e la distanza minima tra i bordi del nodo e gli assi dei fori (pinza) (vedere le figg. 8 e 9)

Le inclinazioni degli assi dei profilati e delle barre devono indicare vicino ai due cateti di un triangolo rettangolo, preferibilmente con i valori delle distanze reali tra i punti di riferimento, oppure con valori convenzionali, in per cento, posti tra parentesi (vedere figg. 8 e 9)

- Rappresentazione schematica -

Le strutture di carpenteria metallica possono essere rappresentate schematicamente indicando con linea continua grossa gli assi neutri e indicando direttamente i valori sulle distanze tra i punti di riferimento (Fig. 10)

Denominaz.	segno graf.	dim.	Significf. delle dim.
Barra tonda	∅	d	
Tubo		dxs	
Barra quadrata	□	l	
Tubo quadrato		lxs	
Tubo rettangol.		bxhxs	
Barra esagonale	⬡	d	
Tubo esagonale		dxs	
Barra triangol.	△	l	
Barra semitonda	⌓	bxh	
Barra piatta o rettangol.		lxs	

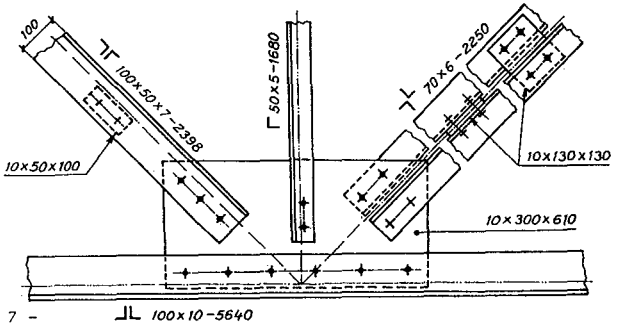


Fig. 7 -

segue

segue: Strutture di carpenteria metallica

Quotatura dei nodi (figure 8 e 9)

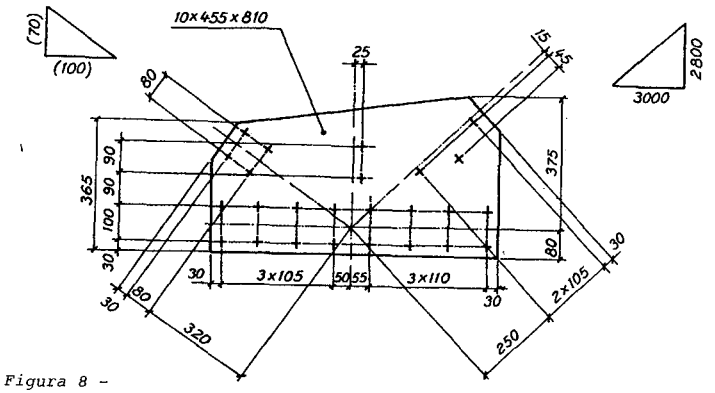


Figura 8 -

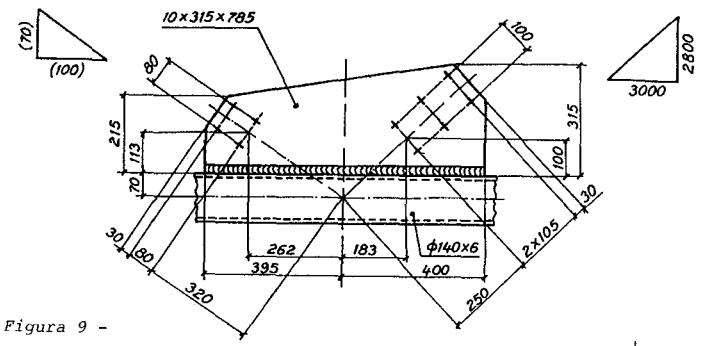


Figura 9 -

Rappresentazione schematica

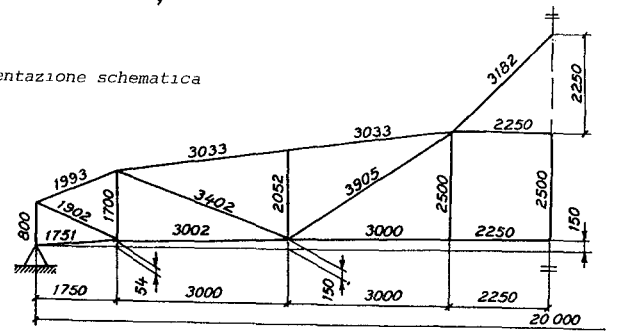


Fig. 10-

segue

segue: Strutture di carpenteria metallica - Solai

(Rif. UNI 8219) Convenzioni e segni grafici per la rappresentazione della vista dall'alto (pianta) dei solai camminabili nelle strutture di carpenteria metallica.
Segni grafici per la rappresentazione in pianta dei tipi di solette.

Denominazione	segno grafico
Grigliato	
Lamiera striata	
Lamiera grecata	
Conglomerato cementizio armato	

La trasmissione dei carichi e dei sovraccarichi sugli appoggi del solaio deve essere indicata mediante un segmento terminante con due frecce come indicato in fig.1

Figura 1 -
Segni grafici per la rappresentazione in pianta di parapetti e fermapiedi

Denominazione	segno grafico
Parapetto	—x—
Fermapiedi	— — —
Parapetto con fermapiedi	—x—

Esempio di rappresentazione in pianta di un solaio

Un esempio di rappresentazione in pianta di un solaio con l'indicazione della trasmissione dei carichi e dei sovraccarichi, dei parapetti e/o fermapiedi e mostrato in figura 2.

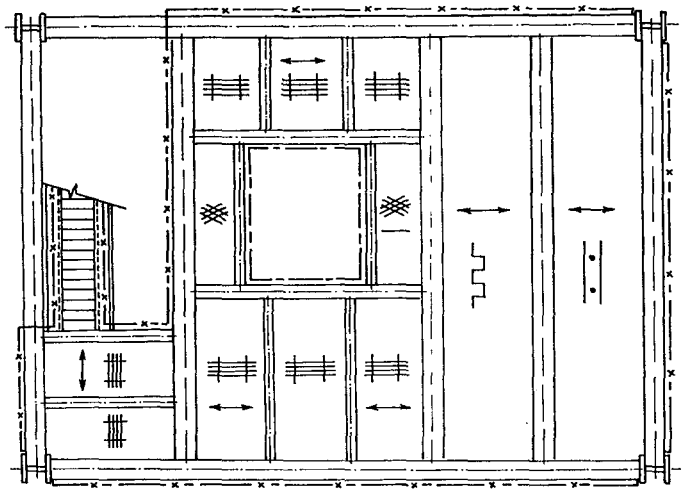


Fig. 2 -

Per le disposizioni relative ai sovraccarichi vedere CRN-UNI 10012
Per le disposizioni relative a parapetti e fermapiedi, vedere i DRP 547 (1955) DRP 164 (1956)

Rappresentazione schematica delle saldature

(Rif. UNI 1310) Rappresentazione raccomandata che deve fornire tutte le indicazioni necessarie, senza gravare il disegno con note e viste aggiuntive. per la preparazione dei lembi vedere UNI 11001.

Segni grafici

La rappresentazione schematica, comprende un segno elementare (tabelle 1) che puo essere completato da:
- un segno grafico supplementare.
- una quotatura convenzionale.
- indicazioni complementari.

Tabella 1 - Segni grafici -

Denominazione saldatura	Disegno illustrat.	Segno graf.
1) a bordi rilevati*		
2) a lembi retti		
3) a V		
4) a ½ V **		
5) a Y		
6) a ½ Y **		
7) a U		
8) a ½ U o J**		
9) ripresa al rovescio		
10) d'angolo		
11) entro intagli e fori		
12) a punti (a res. o no)		
13) a linea cont. (a res. o no)		

*Le saldature a bordi rilevati (segno grafico 1) non completamente penetrate sono simbolizzate come fossero saldature a lembi retti (segno grafico 2) con indicato lo spessore S della saldatura.

**Tali tipi di saldatura si applicano anche ai giunti a T a piena penetrazione (tipi 4 e 8 o parziale penetrazione (tipi 6 e 8)

Combinazione di segni grafici elementari

Qualora si renda necessario (per esempio: saldature eseguite dai due lati o riprese al rovescio, ecc.) possono essere utilizzate combinazioni di segni grafici elementari (vedi tab. 4,C)
Benche non sia proibito raggruppare segni grafici elementari, su una stessa linea di riferimento si raccomanda di rappresentare la saldatura in un disegno separato.

Tabella 2 - Segni graf. supplem.-

Aspetto esterno del cordone	Segno grafico	Esemp. illustraz.	Segno grafico
a) piano	—		
b) convesso	⌒		
c) concavo	⌣		
Saldatura a V con cord. piano e con ripr rov piana.			

Posizione dei segni grafici sul disegno

Il metodo completo di rappresentazione (Fig. 1) comprende, in aggiunta ai segni grafici.
- una linea di richiamo (con freccia) chiamata "linea di freccia" (figg. 2 e 3)
- una doppia linea di riferimento composta da una linea continua (tipo A) e una linea a tratti (tipo B) tra loro parallele (Fig. 5) Per saldature simmetriche la linea a tratti puo essere omessa.
- un certo numero di dimensioni e segni convenzionali.

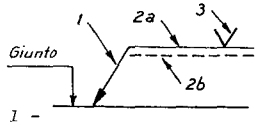


Fig. 1 -

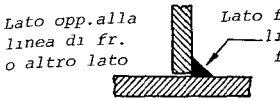
1) Linea di freccia.
2a) Linea di riferimento continua.
2b) Linea di riferimento a tratti.
3) Segno grafico della saldatura.

segue

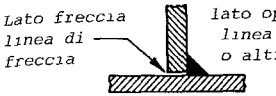
segue: Rappresentazione schematica delle saldature

L'ubicazione della saldatura viene definita specificando:
- La posizione della linea di freccia che rispetto alla saldatura puo essere qualunque (figura 4a e 4B)

Relazione tra linea di freccia e giunto.

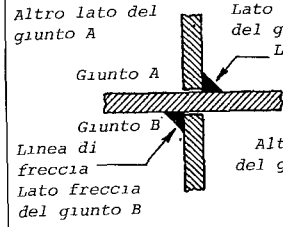


a) Sald.sul lato linea di freccia



b) Saldat. sul lato opposto alla linea di freccia

Fig. 2 - Giunto a T con sald.d'ang.



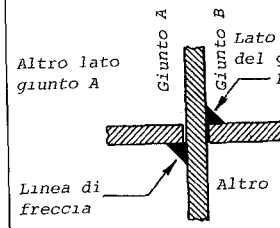


Fig. 3 - Giunto a croce con due saldature d'angolo.

Tuttavia nel caso di saldature tipo 4, 6 e 8 _tabella 1) la linea deve essere diretta verso la lamiera il cui lembo e preparato (fig. 4c e 4d)
- La posizione della linea di riferim. preferibilmente parallela al bordo inferiore del disegno o in alternativa perpendicolarmente
- La posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento che puo essere posto sotto o sopra.

Se e posto dal lato della linea continua di rifer. la (superficie esterna della) saldatura e sul "lato freccia" del giunto.
Se il segno grafico e posto dal lato della linea a tratti di riferimento la (superficie esterna della) saldatura e sul "lato opposto alla linea di freccia" del giunto (vedi fig. 2 e 3)

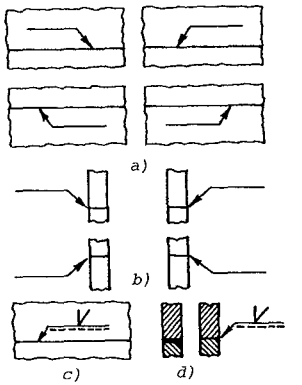
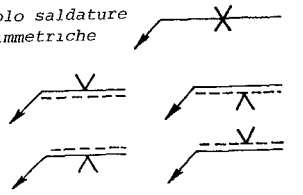


Fig. 4 - Posiz. linea di freccia.



Saldature eseguite:
a) dal lato della linea di freccia.
b) dal lato opposto alla linea di freccia.

Fig. 5 - Posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento.

segue

segue: Rappresentazione schematica delle saldature

Quotatura delle saldature -
Le dimensioni della saldatura vengono definite accompagnando il segno grafico da un certo numero di quote ed in particolare:
- Relative alla sezione trasversale S (scritte a sinistra del segno grafico)
- Relative alle dimensioni longitudinali l (scritte a destra del segno grafico)
- Ulteriori quote di minore importanza possono essere indicate se necessario. (Fig. 6)

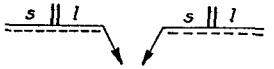


Fig. 6 -
Quote principali da indicare -
Le quote che individuano la posizione della saldatura sul pezzo non devono comparire nella rappresentazione schematica ma sul disegno.
L'assenza di indicazioni alla destra del segno grafico significa che la saldatura e continua per tutta la lunghezza del pezzo.
In assenza di indicazioni contrarie, le saldature testa a testa sono da intendersi a piena penetrazione.
Per le saldature d'angolo si puo indicare l'altezza di gola a, seguita dalla quota oppure il lato Z sempre seguita dalla quota. (figura 7)

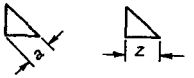
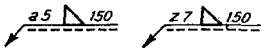


Fig. 7 -
Esempi per a = 5, Z = 7, l = 150.



Nel caso di saldature entro fori o intagli a bordi smussati si usano le quote del fondo del foro.
Un metodo di indicazione delle quote principali e mostrato in tabella 3.
Indicazioni complementari -
A titolo di esempio si citano:
- Saldature perimetrali

Quando la saldatura e da eseguire attorno ad un particolare, il segno grafico e un cerchio con centro all'intersezione fra linea di freccia e linea di riferimento. (figura 8)

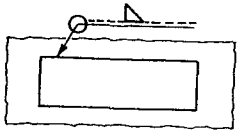


Fig. 8 -

- Saldature eseguite in cantiere.
Per indicare saldature da eseguire in cantiere, si aggiunge una banderuola posta sopra l'intersezione fra linea di freccia e linea di riferimento (Fig. 9)

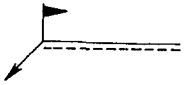


Fig. 9 -

- Indicazioni del procedimento di saldatura.
Quando richiesto, il procedimento di saldatura puo essere indicato numerico, scritto entro una forcella posta all'estremita della linea di riferimento (Fig. 10)

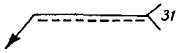


Fig. 10 -

- Indicazioni del tipo di controllo non distruttivo.
Qualora si voglia prescrivere il tipo di controllo non distruttivo per la saldatura si pongano le seguenti sigle all'estremita della linea di riferimento (dopo il numero del procedimento di saldatura se esiste)

Controllo radiografico		RX
"	mediante rivelazione di fughe	RF
"	magnetoscopico	MS
"	con ultrasuoni	US
"	con liquidi penetranti	LP
"	con correnti indotte	CI

segue

segue: Rappresentazione schematica delle saldature

- Tabella 3 - Quote principali -

N°	Denominazione saldatura	Definizione delle quote	Indicazione
1	Saldatura testa a testa	s = minima distanza tra la superficie della lamiera e il vertice del cordone che non puo essere maggiore dello spessore della lamiera piu sottile.	s ‖ V s Y
2	Saldatura a bordi rilevati completamente penetrata.	s = minima distanza tra la superficie esterna della saldatura e il vertice del cordone.	s ‖ (vedi * in tabella 1)
3	Saldatura d'angolo continua	a=altezza, z=lato del maggior triangolo isoscele nella sezione trasversale della saldatura.	a ◺ z ◺
4	Saldatura d'angolo discontinua	l=lungh.saldat. (e) dist. tra 2 cordoni n= num. dei cordoni a, z (vedere N° 3)	a ◺ nxl(e) z ◺ nxl(e)
5	Saldatura d'angolo discontinua a tratti sfalzati	l,(e), n (vedi N°4) a, z (vedi N°3)	a ◺ nxl(e) / a ◺ nxl(e) z ◺ nxl(e) / z ◺ nxl(e)
6	Saldatura entro intagli	l,(e), n (vedi N°4) c=larg.intagl.	c ⊓ nxl(e)
7	Sald.in linea continua (a resist. o no)	l,(e), n (vedi N°4) c=larg. cord.	c ⊖ nxl(e)
8	Saldatura entro fori	n=numero fori (e)=interasse d = Ø del foro	d ⊓ nx(e)
9	Saldatura a punti (a resist. o no)	n=numero punti (e)=interasse d = Ø del punto	d ○ nx(e)

segue

segue: Rappresentazione schematica delle saldature

Tabella 4 - Esempi applicazione: a) segni grafici elementari

N°	Denomin. segno gr	Figura	Rappres. convenzion.	Rappres. schematica
1	Saldat. a lembi retti ‖			
2	Saldat. d'angolo ◺			
b) Combinazioni di segni grafici elementari				
1	Saldat. a V ∨ e ripresa al rovesc			
2	Saldat. a U ⋎ doppia			
c) Combinazione di segni grafici elementari e supplementari				
1	‖			
2	◺			

d) Casi eccezionali - Nota. Quando la freccia non puo toccare direttam. il giunto, la rappr schem. in vista non puo essere utilizzata.

N°	Figura	Rappr convenz.	Schem.vista	sez.corret.	sez. errata
1			—		
2					

segue: Rappresentazione schematica delle saldature

Simboli numerici dei procedimenti di saldatura

1 Saldatura ad arco
11 - senza protezione di gas
111 - con elettrodi rivestiti
112 - a gravita con elettr riv
113 - con filo nudo
114 - con filo anim.(aria libera)
115 - con filo rivestito
118 - con elettrodo disteso
12 Saldatura ad arco sommerso
121 - con filo
122 - con nastro
13 Sald. ad arco con filo elettrodo fusib. sotto prot. gas
131 - in atmosf. di gas inerte (saldatura MIG)
135 - in atmosf. di gas attivo (saldatura MAG)
136 Sald. ad arco con filo animato in atmosf. di gas attivo
14 Sald. ad arco con eletr. infusibile sotto protez. di gas
141 - con elettr. di tungsteno in atmosfera di gas inerte (saldatura TIG)
149 Saldatura all'idr atomico
15 Saldatura al plasma
18 Altri proced. di sald.ad arco
181 - con elettrodi di carbone
185 Saldat. ad arco rotante (per pressione ad arco mosso da campo magnetico
2 Saldatura a resistenza
21 Saldatura a punti
22 Saldatura a rulli
221 - sovrapposti
225 - con nastro
23 Saldatura a rilievi
24 Saldatura a scintillio
25 Sald. testa a testa res. pura
29 Altri proc. di sald a resist.
291 Sald. a resist. ad alta freq.
3 Saldatura a gas
31 Saldatura ad ossigeno
311 Saldatura ossiacetilenica
312 Saldatura ossipropanica
313 Saldatura ossidrica
32 Sald ad aria con gas combust.
321 Saldatura aeroacetilenica
322 Saldatura aeropropanica
4 Saldatura allo stato solido saldatura a pressione
41 Saldatura ad ultrasuoni
42 Saldatura ad attrito
43 Saldatura per bollitura
44 Sald. ad alta energia meccan.
441 Saldatura ad esplosione
45 Saldatura a diffusione
47 Saldatura a pressione a gas
48 Saldatura a press. a freddo
7 Altri proc. di saldatura
71 Saldatura alluminotermica
72 Saldatura ad elettroscoria
73 Saldatura elettrogas
74 Saldatura ad induzione
75 Saldatura per radiazione luminosa (a luce focalizzata)
751 Saldatura a laser
752 Saldatura a luce d'arco
753 Saldatura a raggi infrarossi
76 Saldatura a fascio elettron.
77 Saldatura a percussione (a scarica elettrica)
78 Saldatura di prigionieri
781 Sald. di prigioneri ad arco
782 Sald. di prig. a resistenza
9 Brasatura forte e bras. dolce
91 Brasatura forte
911 - a raggi infrarossi
912 - a gas
913 - in forno
914 - per immersione
915 - in bagno di sali
916 - ad induzione
917 - ad ultrasuoni
918 - a resistenza
919 - a diffusione
923 - ad attrito
924 - sotto vuoto
93 Altri proc. di bras. forte
94 Brasatura dolce
941 - a raggi infrarossi
942 - a gas
943 - in forno
944 - ad immersione
945 - in bagno di sali
946 - ad induzione
947 - ad ultrasuoni
948 - a resistenza
949 - a diffusione
951 - sotto colata di materiale d'apporto
952 - con saldatoio
953 - ad attrito
954 - sotto vuoto
955 - ad onda
96 Altri procedimenti di brasatura dolce
97 Saldobrasatura
971 - a gas
972 - ad arco

Rappresent. di accoppiam. scanalati e dentati (UNI-ISO 6413)

Regole e segni grafici per accoppiamenti scanalati o dentati.
Sono previsti due sistemi di rappresentazione: completa e semplificata. La rappresentazione completa non e necessaria e quindi conviene evitarla. (UNI-ISO 6413)
Le regole e i segni grafici sono applicabili ai singoli elementi (alberi e mozzi) e ai disegni di insieme scanalati o dentati.
- Segni grafici
- a fianchi rettilinei
- a evolvente o dentati
- Indicazione della designazione

Si applica come in figura 1.

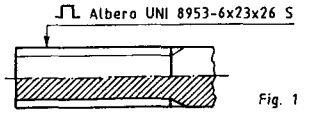
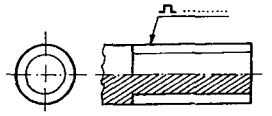
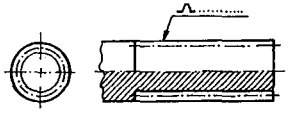
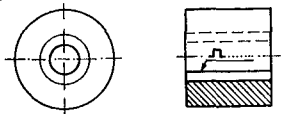
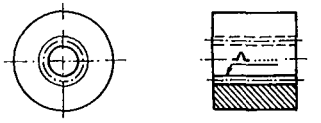
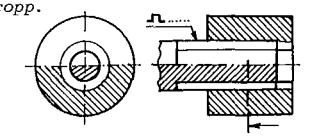
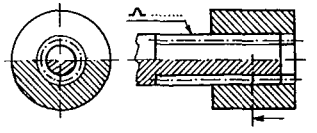


Fig. 1

Per un accoppiamento non conforme o variato rispetto ad una norma, i dati relativi devono essere riportati sul disegno o in una nota
- Rappresentazione semplificata

Una rappres. semplif. di accoppiamenti scanalati o ad evolvente come indicato nel prospetto, e di solito sufficiente per tutte le informazioni occorrenti.

	con fianchi rettilinei	ad evolvente e dentatura
Albero		
Mozzo		
Accopp.		

- Rappresent. di alberi e mozzi

come regola generale gli elementi di un accopp. scanalat. o dentato si rappresentano come cilindri non scanalati, ma indicando la superficie di fondo con linea fine (B-UNI 3968) e la primitiva con linea mista fine (G-UNI 3968)
- Contorni e spigoli

I contorni e gli spigoli (alberi e mozzi) nel modo seguente:
- una vista non sezionata limitata dalla superficie di testa.
- una sezione assiale avente due denti (non sezionati) diametralmente opposti, indipendentemente dal loro numero.

- Superficie di fondo

Nei profili scanalati a fianchi paralleli, con linea continua fine (B-UNI 3968) mentre nella sezione assiale si usa una linea continua grossa (A-UNI 3968)
- Superficie primitiva

Nelle scanal. a evolv o dentate con linea mista fine (G-UNI 3968)
- Lunghezza utile

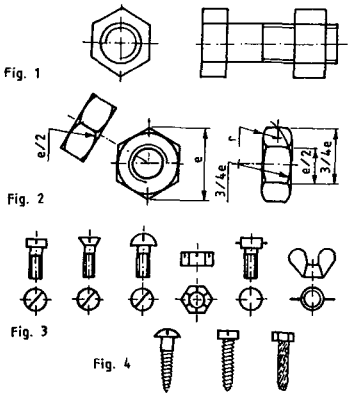
Con linea continua grossa (A-UNI 3968) Normalmente solo la lunghezza utile (figura 1)
- Disimpegno utensile

Se necessario, con tratto di linea obliqua (fig. 1) o curva come e lasciata dall'utensile.

Rappresentazione semplificata degli elementi di bulloneria

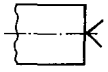
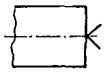
(Riferimento UNI 3979)

I bulloni si rappresentano preferibilmente in modo schematico come indicato nella figura 1.
Le viti ed i bulloni, specialmente sui disegni complessi, possono anche essere esmplicemente indicati mediante i loro assi.
La figura 2 indica il procedimento per disegnare un dado esagonale in modo non schematico, le dimensioni (e) ed i raggi (r) sono indicati nelle norme dei dadi.
Viti e dadi di piccole dimensioni o disegnati in scala ridotta, devono essere rappresentati schematicamente come in figura 3.
Per le viti a legno, autofilettanti e formatrici del filetto vedere rispettivamente le rappresentazioni della figura 4.



Fori da centro (riferimento UNI 8189)

Regole per la rappresentazione semplificata di tutti i tipi di fori da centro e la loro designazione. Puo essere usata nei disegni tecnici dove non e necessario mostrare la forma e le dimensioni dei fori da centro e dove e sufficiente fare riferimento a fori da centro normalizzati.
- Il foro da centro deve esistere sul pezzo finito (per esempio, pezzi che per la loro funzione devono essere rettificati periodicamente)
- Il foro da centro puo esistere o meno sul pezzo finito perche non ha requisiti funzionali.
- Il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito (per esempio, albero che richiede l'utilizzo dell'intera estremita piana. Nel caso sia realizzato il foro da centro, esso deve essere rimosso.

Descrizione	Rappresentaz.	Designazione (°)
Il foro da centro deve esistere sul pezzo finito		 UNI 3220 B2
Il foro da centro puo esistere sul pezzo finito		UNI 3220 B2
Il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito		UNI 3220 B2

(°) Il tipo di foro da centro richiesto dal processo di costruzione del pezzo puo essere lasciato all'iniziativa del costruttore. In tal caso non occorre indicare la designazione sulla rappresent.

Rappresentazione delle molle (Rif. UNI 7281)

Denominaz.	Vista e sez.	schematica
ad elica cilindrica di compr., filo o barra a sez. circ.		
cilindrica di compr., filo o barra sezione rettangol. o quadrata		
conica di compress., filo o barra a sezione circolare		
conica di compress., filo o barra sezione rettangol. (a bovolo)		
ad elica cilindrica trazione, filo o barra a sezione circolare		
ad elica convessa trazione, filo o barra a sezione circolare		
ad elica cilindrica torsione, filo o barra a sezione circolare		

Denomin.	Vista e sez.	schematica
molla a spirale		
molla a spirale a barilotto		
molla balestra senza occhi		
molla balestra con occhi		
senza occhi fascia centrale		
con occhi fascia centrale		
molla a tazza singola		
multipla stesso senso		
multipla senso alterno		

Rappresentazione degli ingranaggi

(Rif UNI 7282) Per i simboli e le definizioni, vedere le prime pagine del capitolo Ingranaggi. La dentatura delle ruote e degli ingranaggi si rappresenta in modo convenzionale. La ruota dentata, escluso la sezione assiale, si disegna come un pezzo pieno non dentato aggiungendo la linea mista fine che rappresenta la superficie primitiva (figg. 1-2-3) In sezione assiale con due denti diritti, diametralmente opposti, anche nel caso di dentatura non diritta o con numero di denti dispari.

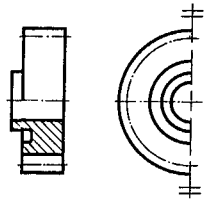


Fig. 1 -

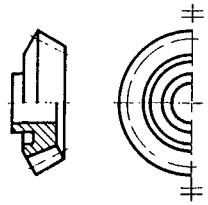


Fig. 2 -

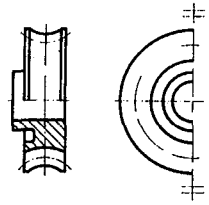


Fig. 3 -

Nella pratica costruttiva, il contorno esterno del dente della ruota a vite (fig. 3) varia in funzione del metodo usato per la sua costruzione, e questo in relazione all'uso cui la ruota e destinata (figg 4 a 7)

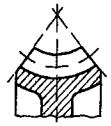


Fig. 4 -

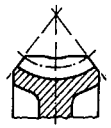


Fig. 5 -

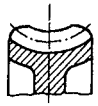


Fig. 6 -

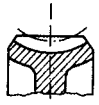


Fig. 7 -

La superficie di piede, oltre che nelle sezioni, se risulta utile, si puo indicare con linea sottile (figg. 8-9-10)

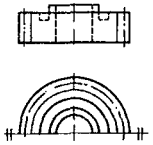


Fig. 8 -

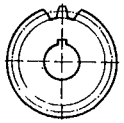


Fig. 9 -

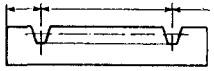


Fig. 10 -

Il profilo della dentatura puo essere definito richiamandosi alla dentiera di riferimento UNI 6587-6588) oppure ad un apposito disegno. Si possono rappresentare uno o due denti sullo stesso disegno per delimitare gli estremi di una parte dentata (fig. 10) o la posizione di un dente rispetto al piano assiale (fig. 9) Se necessario si puo indicare l'orientamento della dentatura (esempio: elicoidale destra, fig. 12, bielicoidale, fig. 13, spirale fig. 18)

N.B. Nel capitolo Ingranaggi, alcuni disegni si discostano volutamente da quanto prescritto nella norma, per una piu facile comprensione delle formule di calcolo.

segue: Rappresentazione degli ingranaggi

Disegni d'insieme ingranaggi
Ingranaggio cilindrico esterno
(figg. 11-13)

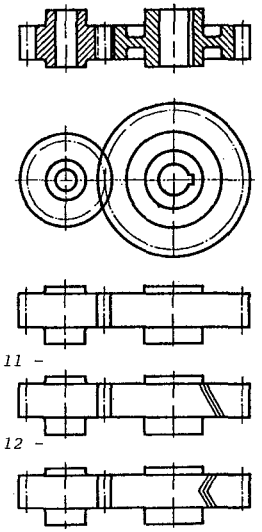


Fig. 11 -

Fig. 12 -

Fig. 13 -

Ingranaggio cilindrico interno

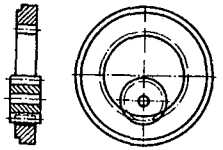


Fig. 14 -

Ingranaggi pignone con dentiera

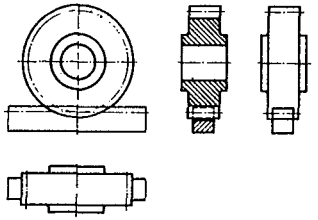


Fig. 15 -

Ingranaggio cilindrico elicoidale

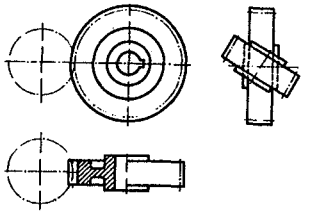


Fig. 16 -

Ingranaggi conici (figg. 17-18)

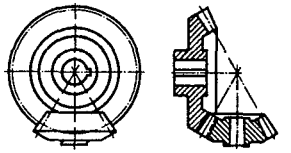


Fig. 17 -

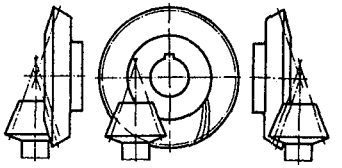


Fig. 18 -

Ingranaggio a vite

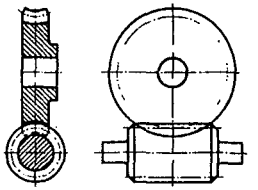


Fig. 19 -

Ruota per catene

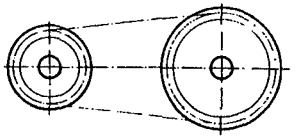


Fig. 20 -

Rappresentazione semplificata, guarnizioni per applicazioni dinamiche

a) Rappr generica (UNI-ISO 9222/1)
Si utilizza quando si puo trascurare la forma del particolare, p. es. in un disegno di insieme. In generale le guarnizioni sono rappresentate in un quadrato, da una croce in diagonale (fig. 1), con una freccia se si vuole indicare la direzione di tenuta (fig. 2) Se necessario, con i contorni reali di una sezione (fig. 3) Usare solo linee tipo A-UNI 3968.

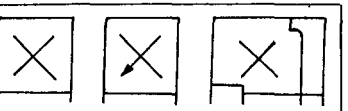
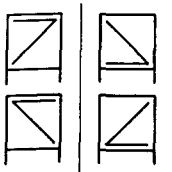
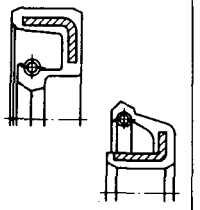
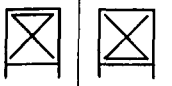
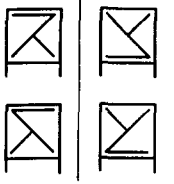
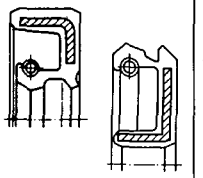
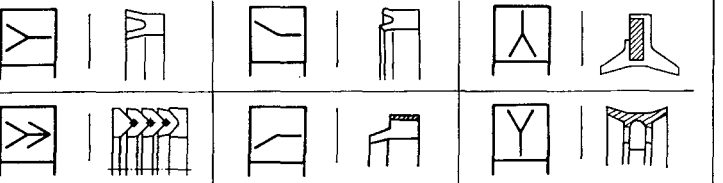


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

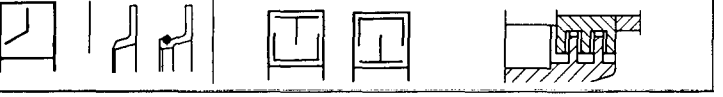
b) Rappr. specifica (UNI-ISO 9222/2)
Per indicare dettagli specifici, p. es. labrro parapolvere. Su uno stesso disegno, usare solo la rappresentazione generica o la rappresentazione specifica.

Rappr. spec. sempl. tenuta su:		Guarnizioni per movimenti relativi di.		Illustrazione
l'albero	la sede	rotazione	traslazione	
		Anelli di tenuta per alberi rotanti senza parapolvere Guarnizioni meccaniche di tenuta	Guarnizioni di steli di pistoni senza raschiatore	
		Anelli di tenuta per alberi rot. a doppio effetto. Guarn. meccaniche di tenuta	Guarnizioni di steli di pistoni a dopp. eff.	
		Anelli di tenuta per alberi rotanti con labbro parapolvere	Guarnizioni di steli di pistoni con raschiatore	

Guarnizioni calotte a U, anulari a V, insiemi di guarniz. di tenuta



Guarniz. a labirinto (qualsiasi N° di labir)

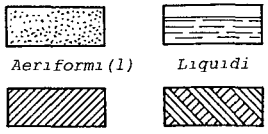


Tratteggi delle sezioni - Zigrinature

(Rif. UNI 3972) Differenziazione dei materiali mediante tratteggi.

Tratteggio generico di superficie sezionata.

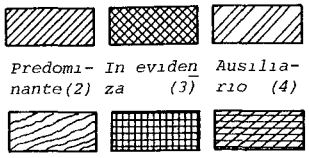
Tratteggi generali - Differenziano di massima la natura del materiale nei casi in cui e richiesta una ulteriore specificazione.



Aeriformi (1) Liquidi

Solidi Terreno

Tratteggi speciali per materiali solidi, quando e necessaria una specificazione ulteriore dei materiali.



Predominante (2) In evidenza (3) Ausiliario (4)

Legno Avvolgim. elettrici Isolanti

Trasparenti Conglom. cem.

(1) e assimilabili (importanza funzionale) (2) Esempi. metallo in meccanica, laterizio in edilizia, vetro in ottica. (3) Es. parti a contatto con tratteggi predominanti. (4) materie plastiche in meccanica, pietre e marmi in edilizia. Di regola il tratteggio interessa tutta la superficie sezionata. Piccole sezioni possono essere annerite (Fig. 1) Grandi sezioni. il tratteggio puo interessare solo i bordi (fig. 2)

Fig. 1 -

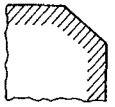


Fig. 2 -

(Rif.UNI 149) Forma, dimensioni e regole per la rappresentazione convenzionale delle zigrinature.

Simb.	Zigrinat.	Rappresentazione
A	parallela	
B	sinistra	30°
C	destra	30°
D	spinata in rilievo	60°
E	spinata incavata	
G	incrociata in rilievo	
H	incrociata incavata	

Passo: 0,5-0,6*-0,8*-1*-1,2*-1,5-1,6-2* (*misure raccoman.)

Per un diametro esterno nominale d , della zigrinatura, il diametro del pezzo prima della zigrinatura d (indicativamente per profilo a 90°) sara.

Zigrinature A-B-C d -0,5P
" D-G d -0,67P
" E-H d -0,33P

Designazione (Fig.1 oppure Fig.2)

zigrinatura UNI 149-G 1,2

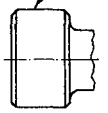


Fig. 1

UNI 149-G 1,2

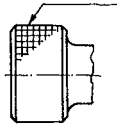
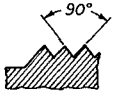


Fig. 2

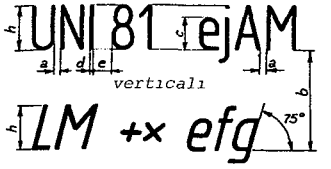


Profilo zigrinatura Solo se diverso da 90° aggiungerlo alla designazione.

Scritture sui disegni - Dimensioni lineari nominali

(Rif. UNI 7559) Scritture sui disegni e documenti relativi. Si applica alla scrittura effettuata a mano libera, con mascherina oppure con caratteri trasferibili o altri sistemi.

Proporzionamento dei caratteri e loro spaziatura.



verticali

inclinati

L'altezza h si assume come base per il dimensionamento della scrittura. Le altezze h e c non devono essere minori di 2,5 mm. Usando insieme maiuscole e minuscole, quando c viene fatta 2,5 mm, h sara 3,5 mm.

I caratteri possono essere verticali oppure inclinati a destra con angolo di 75° rispetto l'orizzontale.

Caratteri tipo A (leggeri d=h/14)

Propor. h	Valori 2,5	3,5	5	7	10	14	20
$c = \frac{10}{14}h$	-	2,5	3,5	5	7	10	14
$d = \frac{1}{14}h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4
$a = \frac{2}{14}h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
$b = \frac{20}{14}h$	3,5	5	7	10	14	20	28
$e = \frac{6}{14}h$	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4

Caratteri tipo B (pesanti d=h/10)

Propor. h	Valori 2,5	3,5	5	7	10	14	20
$c = \frac{7}{10}h$	-	2,5	3,5	5	7	10	14
$d = \frac{1}{10}h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
$a = \frac{2}{10}h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
$b = \frac{14}{10}h$	3,5	5	7	10	14	20	28
$e = \frac{6}{10}h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12

(Rif. UNI 2017) Valori delle tre serie fondamentali per il dimensionamento di organi meccanici da preferire quando esigenze particolari non impongano la scelta di altre dimensioni. Sono da preferire i valori della serie Ra 5, quindi Ra 10 e infine Ra 20.

Dimensioni in mm

Serie Ra 5	Ra10	Ra20	*	Serie Ra 5	Ra10	Ra20	*
0,1	0,1	0,1		10	10	10	
		0,11				11	
	0,12	0,12	0,13		12	12	13
		0,14	0,15			14	15
0,16	0,16	0,16	0,17	16	16	16	17
		0,18	0,19			18	19
	0,2	0,2	0,21		20	20	21
		0,22	0,24			22	24
0,25	0,25	0,25	0,26	25	25	25	26
		0,28				28	30
	0,3	0,3	0,32		32	32	34
		0,35	0,36			36	38
0,4	0,4	0,4	0,42	40	40	40	42
		0,45	0,48			45	48
	0,5	0,5	0,52		50	50	52
		0,55	0,58			56	60
0,6	0,6	0,6	0,65	63	63	63	68
		0,7	0,75			70	75
	0,8	0,8	0,85		80	80	85
		0,9	0,95			90	95
1	1	1		100	100	100	105
		1,1				110	120
	1,2	1,2	1,3		125	125	130
		1,4	1,5			140	150
1,6	1,6	1,6	1,7	160	160	160	170
		1,8	1,9			180	190
	2	2	2,1		200	200	210
		2,2	2,4			220	240
2,5	2,5	2,5	2,6	250	250	250	260
		2,8	3			280	300
	3	3	3,5		315	315	340
		3,5	3,8			355	380
4	4	4	4,2	400	400	400	420
		4,5	4,8			450	480
	5	5	5,2		500	500	530
		5,5	6			560	600
6	6	6	6,5	630	630	630	670
		7	7,5			710	750
	8	8	8,5		800	800	850
		9	9,5			900	950
10	10	10		1000	1000	1000	

*Valori complem. (prossimi a serie R40)

Comando numerico - Quotatura in coordinate per la programmazione

a) Programmazione manuale delle operazioni eseguite dalle macchine a comando numerico.
(rif. UNI 8822)

La quotatura in coordinate ha lo scopo di semplificare la programmazione manuale delle operazioni eseguite dalle macchine a comando numerico. Per facilitarne la comprensione, la quotatura delle figure, possono volutamente risultare non complete. Nei disegni quotati in coordinate, il sistema di assi coordinati sara scelto in modo da essere compatibile con i vari tipi di macchine utensili a comando numerico, la cui nomenclatura degli assi e dei movimenti è descritta nella UNI-ISO 841.
Gli assi coordinati sono individuati mediante lettere maiuscole che, per evitare confusioni, non saranno usate, per altri scopi, sullo stesso disegno (fig. 1)
Se si impiegano coordinate polari queste si indicano con M come modulo e con θ come anomalia. L'anomalia si intende positiva se diretta in senso antiorario.

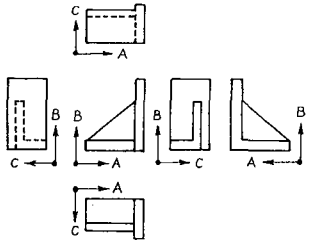
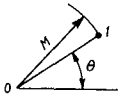


Fig. 1 - Assi coordinati riferiti al pezzo



M = modulo
θ = anomalia
1 = posizione
0 = origine

Fig. 2 - Coordinate polari

Gli assi coordinati si riconoscono dalle origini rispettive e dalla direzione di quotatura— (figg. 3 e 4)

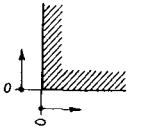


Fig. 3 - Riconoscimento degli assi coordinati

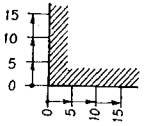


Fig. 4 - Riconoscimento degli assi coordin. e quot. progress.

L'origine delle coordinate di un sistema di quotatura e il punto d'incontro degli assi coordinati, che puo coincidere con il punto d'incontro, p. e. di assi di simmetria (fig. 5), di superficie (fig. 6), di assi di fori (fig.7)
Basi per l'assunzione dell'origine:

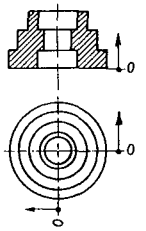


Fig. 5 - Assi di simmetria.

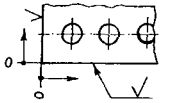


Fig. 6 - Superficie

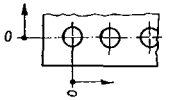


Fig. 7 - Centro dei fori.

Ciascun punto del pezzo puo essere riconosciuto da un numero di posizione, formato da una coppia di cifre, separate da un punto, indicanti. la prima, l'origine del sistema di coordinate, la seconda, il numero d'ordine del punto in esame.
Esempio di numero di posizione:

2.3

origine del sistema di coordinate
numero d'ordine del punto

segue

Comando numerico - Quotatura in coordinate per la programmazione

In tal caso, il numero di posizione stabilisce la chiave di accesso ad una tabella, da cui trarre tutte le informazioni geometriche dei punti in esame. L'origine del sistema principale o secondario, e sempre riconosciuta da una sola cifra. (figg. 8, 9, 15, 16)

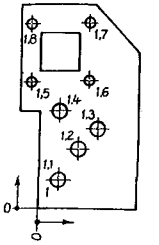


Fig. 8 - Con un sistema di coordinate princip.

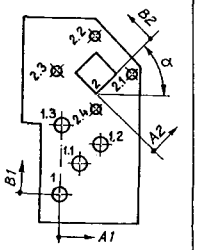


Fig. 9 - Con sistemi di coord. princ. e secon.

Nella quotatura si possono utilizzare uno o piu sistemi di coordinate. Quando se ne usa piu di uno si hanno: sistemi principali definiti indipendentemente dagli altri e dei sistemi secondari definiti in base al corrispondente sistema principale. (figg. 9,15,16)
La fig. 8 mostra un unico sistema di coordinate principale relativo al pezzo rappresentato: i numeri di posizione da 1.1 a 1.8 si riferiscono al sistema principale avente origine 0-0 e posizione 1.
La fig. 9 mostra due sistemi di coordinate: uno principale con posizione dell'origine 1 e uno secondario con posizione dell'origine 2. In questa figura la posizione angolare del sistema secondario, rispetto a quello principale e quotato direttamente (angolo α) sul disegno.

Elementi di riferimento

Nelle quotature in coordinate puo risultare necessario, per esigenze di lavorazione e/o funzionale del pezzo, stabilire un elemento di riferimento che puo essere costituito, p. e., da assi di simmetria, superficie non lavorata, superficie lavorata a cui va riferita l'origine dello 0 dei sistemi di coordinate. Tale elemento si riconosce da un triangolo annerito come indicato nelle figure 10 e 11.

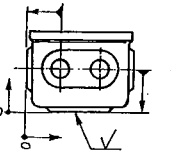


Fig. 10 - Elemento di riferimento asse di simmetria

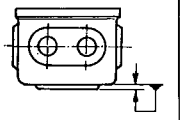


Fig. 11 - Elemento di riferimento superfic. non lav

Quotatura in serie, in parallelo e progressiva

Per questi sistemi, oltre a quanto indicato nelle UNI 3974 e 3975 vale quanto segue:
1) le linee di misura riferite ad un sistema di coordinate non devono essere prolungate fino agli assi coordinati, quando questi siano chiaramente tracciati e, nella vista in oggetto, esista una sola origine (Fig. 12)

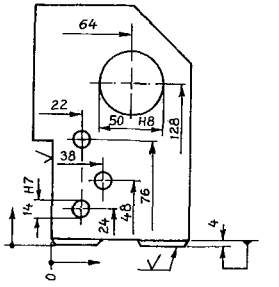


Fig. 12 - Quotatura semplificata con una sola origine.

2) nella quotatura progressiva (punto-freccia-freccia) sono ammessi sistemi di coordinate secondari (figg. 13 e 15)

segue

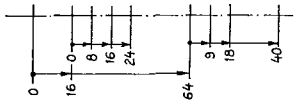
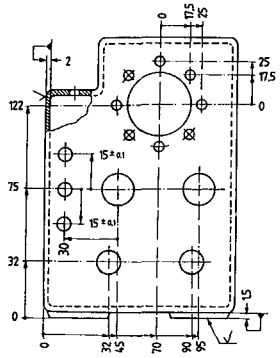


Fig. 13 - Quotatura di riferimento progressiva con sistemi di coordinate principale e secondari



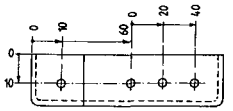
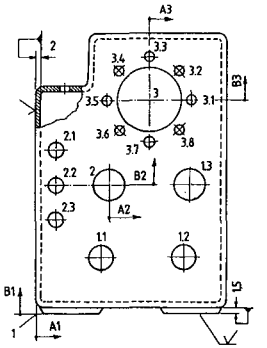


Fig. 14 - Quotatura progressiva con sistemi di coordinate principale e secondario, limitato alle quote funzionali.

Quotatura espressa con l'aiuto di una tabella

Un qualsiasi numero di posizione puo essere usato anche come origine. Altre informazioni relative ai numeri di posizione (p. e. diametri di fori, coordinate polari) si possono indicare sul disegno o sulla tabella (figg. 15 e 16) Ulteriori informazioni p. e. tolleranze, si possono riportare in appositi spazi della tabella.



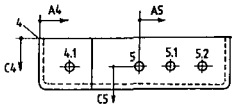


Fig. 15 - Quotatura espressa con l'aiuto di una tabella. assegnazione delle coordinate nei sistemi secondari di quotatura.

Origine	N°di pos.	Coordinate A	B	C	M	θ	Diam.
1	1	0	0				
1	1.1	32	32				12 H7
1	1.2	90	32				12 H7
1	1.3	95	75				20 H7
1	2	45	75				20 H7
1	3	70	122				40 H8
2	2.1	-30	15				5 H11
2	2.2	-30	0				5 H11
2	2.3	-30	-15				5 H11
3	3.1	25	0		25	0°	2,5
3	3.2	17,5	17,5		25	45°	2,5
3	3.3	0	25		25	90°	2,5
3	3.4	-17,5	17,5		25	135°	2,5
3	3.5	-25	0		25	180°	2,5
3	3.6	-17,5	-17,5		25	225°	2,5
3	3.7	0	-25		25	270°	2,5
3	3.8	17,5	-17,5		25	315°	2,5
4	4	0		0			
4	4.1	10		10			2
4	5	60		10			
5	5	0		0			2
5	5.1	20		0			2
5	5.2	40		0			2

segue

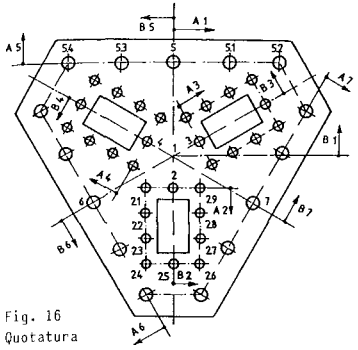
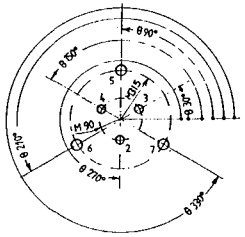


Fig. 16
Quotatura
con tabella



Spiegazione semplificata impiego coordinate polari nella fig. 16.

Origine	N°di pos.	Coordinate A	B	M	θ	Dia.	Note(*)
1	1	0	0				
1	2			90	270°	13,5	
2	2.1	0	-90			13,5	
2	2.2	90	-90			13,5	
2	2.3	180	-90			13,5	Coordi-
2	2.4	270	-90			13,5	nate:
2	2.5	270	0			13,5	delle
2	2.6	270	90			13,5	posizio-
2	2,7	180	90			13,5	ni 3 e 4
2	2.8	90	90			13,5	come la
2	2.9	0	90			13,5	posizio-
1	3*			90	30°	13,5	ne 2.
1	4*			90	150°	13,3	Delle
1	5			315	90°	22	posizio-
5	5.1	0	-180			22	ni 6 e 7
5	5.2	0	-360			22	come la
5	5.3	0	180			22	posizio-
5	5.4		360			22	ne 5.
1	6*			315	210°	22	
1	7*			315	330°	22	

b) Programmazione automatica delle operazioni eseguite dalle macchine a comando numerico.

(Rif. UNI 8822)

Modalita di indicazione delle quote di un prodotto o di una sua parte mediante la definizione dei suoi elementi geometrici.

Le figure valgono a titolo di esempio e si intendono complete solo limitatamente a quanto si attiene alla dimostrazione dell'esempio stesso.

Si applica ai disegni dei pezzi che devono essere programmati automaticamente per lavorazioni con macchine a comando numerico.

La quotatura avviene mediante definizione degli elementi costitutivi del prodotto attraverso sigle. Il significato delle sigle e indicato in una tabella che e parte integrante del disegno. Dipende dall'organizzazione generale del disegno, ma non e ancora normalizzata. Essa riporta sia le definizioni degli elementi geometrici e le corrispondenti dimensioni Ciascuna sigla deve essere utilizzata una sola volta in uno stesso disegno. Se occorre indicare quote e/o tolleranze e/o rugosita, direttamente sulla rappresentazione, lo si fa come indicato dalle rispettive normazioni.

Formazione delle sigle

La sigla e composta da una abbreviazione, esprimente il tipo di elemento geometrico (tab. 1) e di un indice numerico. La sigla non deve superare 6 caratteri alfanumerici.

Esempio:

Sigla PA 12

abbreviazione letterale

indice numerico

La identificazione degli elementi geometrici deve avere una corrispondenza univoca della sigla stessa con l'elemento geometrico al quale si riferisce. La sigla puo essere unita all'elemento geometrico con una linea di richiamo Le sigle devono essere, preferibilmente leggibili nella stessa

segue

direzione del riquadro delle iscrizioni.

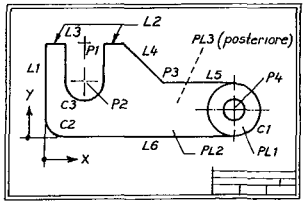


Fig. 1 - Esempio di indicazioni di elementi geometrici mediante sigle.

Sistemi di coordinate

In un disegno si possono utilizzare più sistemi di coordinate cartesiane o polari che possono essere collegati tra di loro mediante quote, indicate direttamente sul disegno (fig. 2) o mediante note su apposita tabella. In questo secondo caso i sistemi di coordinate devono essere riconosciuti con l'abbreviazione MX, seguita da un numero progressivo corrispondente all'indice dei rispettivi assi.

Esempio:

MX1 indica il sistema degli assi X1, Y1 e Z1.

MX2 indica il sistema degli assi X2, Y2 e Z2.

MX3 indica il sistema degli assi X3, Y3 e Z3.

La posizione relativa dei due sistemi di coordinate deve essere indicata nella tabella.

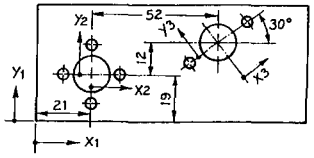


Fig. 2 - Esempio di collegamento tra sistemi di coordinate mediante sigle.

Definizione degli elementi geometrici

Le regole per la definizione degli elementi geometrici per la programmazione, sono determinati mediante il linguaggio proprio della programmazione che consentono la definizione degli elementi geometrici in più modi, per esempio, un punto può essere individuato:

- con l'assegnazione delle coordinate X, Y, Z,
- come intersezione di due rette;
- come una delle due possibili intersezioni di una retta con una circonferenza.

Elementi geometrici e loro sigle

Indichiamo a titolo di esempio gli elementi geometrici più comunemente usati e le relative abbreviazioni, essi possono essere ampliati o ridotti in base allo specifico linguaggio di programmazione adottato.

Elementi geometrici e loro sigle:

N°	Denominazione	Sigla
1	Punto	P
2	Insieme di punti	PA
3	Retta	L
4	Piano	PL
5	Vettore	V
6	Circonferenza	C
7	Cilindro	CY
8	Sfera	SH
9	Cono	CN
10	Ellisse	EL
11	Iperbole	HY
12	Parabola	LC
13	Conica generale	GC
14	Superficie di 2° ordine	Q
15	Superf. a sempl. curvat.	TA
16	Matrice (sist.di coord.)	MX
17	Superf. a curv.multipla	SS
18	Superficie rigata	RS

Tolleranze

Le tolleranze si possono usare con l'indicazione, in tabella, delle dimensioni limite massima e minima (es. $\frac{60,2}{60}$) oppure della dimensione nominale seguita dagli scostamenti superiore e inferiore (es. $60\ ^{+0,2}_{0}$) o dal simbolo della zona di tolleranza (es. 60 H7)

Si consiglia di aggiungere a tale indicazione il valore medio delle dimensioni limite con i corrispettivi scostamenti simmetrici (ove

segue

non già indicati)

Esempi.

$60,2$ / $60,0$ (60,1 ± 0,1

$60\ ^{+0,2}_{0}$ (60,1 ± 0,1

60 H7 (60,015 ± 0,015

mento.

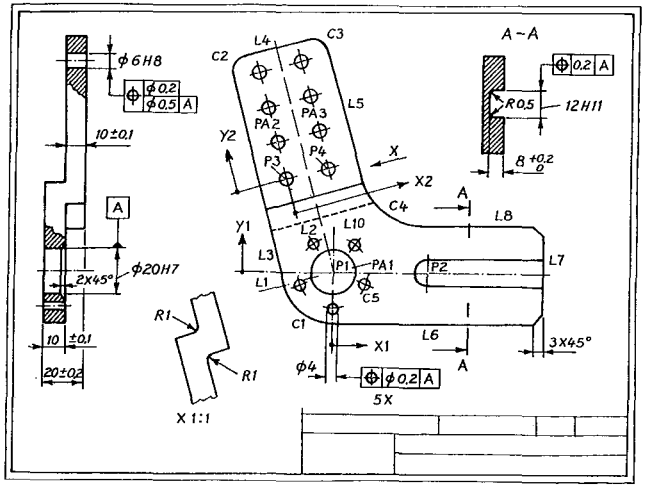
2) Istruzione, in un dato linguaggio, relativa all'operazione di lavorazione.

3) Sistema di coordinate a cui l'elemento è riferito

4) Identificazione del punto specifico (se si tratta di un insieme di punti)

5) Indicazioni quantitative relative all'elemento geometrico (dimensioni, tolleranze, stato superficiale, ecc.)

Tali informazioni, che variano in funzione di esigenze specifiche, sono dati in prospetti, la cui conformazione non è normalizzata.



Esempio di quotatura: - Fig. 3 - Particolare quotato secondo la norma 8822.

Per ragione semplificative, sono state omesse alcune prescrizioni costruttive.

In generale per ogni elemento geometrico, servono le seguenti indicazioni.

1) Sigla caratteristica dell'ele-

Elemento	Istruzione
P1	AAABBB111222
PA1	CCCDDD333444

Due configurazioni di prospetti dati a solo titolo di esempi.

Elemento	Sistema di coordinate	Identificazione punto dell'insieme	Coordinate X	Y	Z	R	α
P1	1	-	0	0			
PA2	1	1	0	-15			270
	1	2	-14	-4			180
	1	2	-8	12			125

Progettazione meccanica

Per progettazione si intendono quelle attivita che consentono di arrivare alla elaborazione di un sistema meccanico,partendo da una serie di richieste,illustranti il prodotto che si vuole ottenere.
La progettazione e quindi l'esecuzione di varie attivita quali. disegnare, calcolare, verificare, decidere,che sono tra loro dipendenti e collegate.
Le caratteristiche di tali attivita e la loro successione, sono determinanti perche la progettazione raggiunga il fine richiesto in un tempo ragionevole.

- Modelli di procedura -

Esistono vari modelli di procedura, anche di autori stranieri che per essere derivati da premesse diverse, ma tutte sostanzialmente teoriche, poco si accordano con la mentalita del progettista italiano. Superato comunque il metodo empirico nel quale si passava direttamente dal problema alla soluzione, l'orientamento attuale e quello di integrare le non comuni doti di inventiva e originalita dei nostri progettisti, con quel tanto di metodologia, propria degli anglosassoni,unitamente ad una adeguata conoscenza della tecnica attuale e di quanto essa ha finora prodotto.Il modello di procedura da noi seguito, puo essere diviso in alcune fasi principali.

a) Chiarimento del problema

Questa prima fase e molto importante per il progettista; essa deve essere comprensibile e completa in ogni suo aspetto.
Di questa necessita deve esserne convinto, e sempre non lo e, anche il committente. Meglio se tutte le caratteristiche richieste sono elencate in apposita nota.

b) Esecuzione del progetto di massima

Il concetto del sistema meccanico contribuisce in maniera determinante alla qualita del progetto. E' questa la fase piu difficile in quanto gradualmente,le richieste devono trasformarsi nella struttura di un modello atto allo scopo. Lo schema o piu schemi di massima, quando le funzioni sono numerose o complesse, possono essere eseguiti, prima di passare alla fase successiva.

c) Scelta del progetto

La scelta dello schema da trasformare in progetto, quando siano acquisite le caratteristiche richieste, sara ancora influenzata da considerazioni di sicurezza, di razionalita e durata in funzione del servizio richiesto,dal suo costo e dal tempo di esecuzione, dalla manutenzione alla sicurezza, dal suo aspetto esteriore.Una sicura risposta di costo e di tempo verra data dal numero dei componenti o complessi, esistenti in commercio, che potranno essere utilizzati nella realizzazione del sistema. La loro ricerca e oggi molto facilitata dai moderni sistemi di informazione.

d) Elaborazione del progetto esecutivo

Nel definire la struttura del progetto esecutivo, occorre eseguire anche i calcoli di resistenza dei singoli particolari in relazione agli sforzi che il pezzo sopporta e a quelli che eventualmente trasmette all'insieme. A questo punto e di grande importanza che il progettista abbia una visione abbastanza chiara dei risultati ottenibili, per decidere se passare alla fase successiva.

e) Progetto finale e sua ottimizzazione

In questa fase possono aversi diverse soluzioni efficaci. complessi abbastanza semplici o in parte sperimentati, possono essere eseguiti e ottimizzati nel progetto finale e nello sviluppo dei particolari. Quando invece si tratta di sistemi complicati, in mancanza di esperienze precedenti o destinati a importanti produzioni di serie, puo essere necessario un progetto destinato alla costruzione di un prototipo,molto utile alla definizione di alcune caratteristiche rimaste dubbie nel progetto e al suo collaudo funzionale. Una successiva elaborazione, terra conto delle prove eseguite e, con la ottimizzazione particolare e globale, il progetto dara massima garanzia di efficienza ed economia.
Non riteniamo, con queste poche note, di avere esaurito l'argomento, ma soltanto di aver proposto uno schema che ogni progettista puo modificare, ampliare e naturalmente migliorare, secondo il grado delle sue conoscenze ed esperienze.
Diamo di seguito la descrizione e i disegni di alcuni progetti che possono, in qualche modo, servire di esempio a quanto detto finora.

- Progetto di un datore di moto armonico

La richiesta consisteva in una macchina capace di produrre accelerazioni per controllare, in fase di collaudo, la risposta di un componente elettronico o di un congegno elettro-meccanico, quale ad esempio, un accelerometro.
Fino ad allora, per produrre accelerazioni lineari, superiori ad un "g" per periodi non brevi, si era usato un carrello a razzi, percorrente una rotaia di alcuni chilometri.
Questo sistema risultava disagevole e pericoloso anche per la persona alla guida, sottoposta allo stesso test dell'oggetto in esame.
Il sistema meccanico da progettare doveva consentire di eseguire le prove in laboratorio su breve spazio, eliminando nel contempo gli inconvenienti suddetti.
Fra i vari meccanismi esaminati, il progettista ritenne opportuno attenersi alla teoria del moto armonico (vedi fig. 1)descritta anche nel capitolo "Meccanica"
Naturalmente il tutto adeguato alle specifiche esigenze operative.
Come mostrato nella fig. 2, la trasformazione del moto circolare in moto lineare, avviene tramite un perno che, scorrendo nella traccia di un carrello, costringe questo ad un moto lineare alternato.

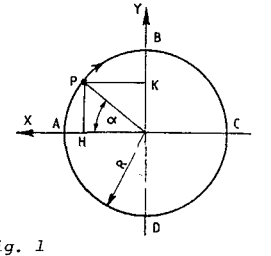


Fig. 1

Detto moto ottiene la massima velocita (accelerazione nulla) nei punti 1 e 3 e la massima accelerazione nei punti 2 e 4,quando il carrello inverte il senso di traslazione.Dall'esame di questa soluzione risulto subito evidente che accelerazione e decelerazione,per l'inerzia del carrello, avrebbero alterato la uniformita del moto rotatorio e quindi

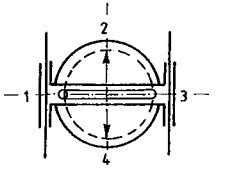


Fig. 2

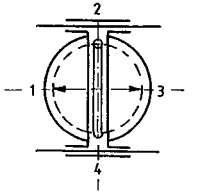


Fig. 3

anche di quello armonico
Il progettista decise allora di applicare, sullo stesso asse, un secondo sistema, uguale al primo, (fig.3) ma con movimento del car-

segue

segue: Progettazione meccanica

segue

segue: Progettazione meccanica

rello ortogonale allo stesso in modo che la fase di accelerazione avvenendo nei punti 1 e 3 e quella di decelerazione nei punti 2 e 4, cioe in senso opposto al primo sistema, operasse una reciproca compensazione. I due sistemi, azionati da un motovariatore e ottimizzati da due volani di appropriato momento d'inerzia, resero accettabile il moto armonico conseguito. Essi furono realizzati identici di forma e di massa.
Le variazioni del raggio, (uguale per entrambi),fu eseguita tramite una vite continua solidale al volano. Questa spostava una slitta con perno. Il perno, tramite un cuscinetto, azionava una "guida a sfere" la cui rotaia, fissata al carrello, determinava il movimento lineare dello stesso. La velocita di rotazione e l'ampiezza del raggio consentivano di ottenere le frequenze e l'ampiezza del moto sinusoidale desiderato.
Due comparatori, sistemati sulla piattaforma fissa, avrebbero eseguito le misurazioni di controllo
Nelle figure a lato,alcuni particolari e, nella pagina seguente la fig. 7 da un'idea del progetto esecutivo in base al quale fu redatto il progetto finale,completo di impianti di lubrificazione, elettrici di comando e controllo del sistema, elettronici di misura e collaudo.
Una robusta calotta in lamiera, con scorrimento verticale per la copertura completa della parte esposta, fu realizzata a protezione del personale addetto alle prove.
Nella realizzazione di questo progetto furono usati i seguenti materiali e particolari o complessi di commercio:
Acciai EN 10025 e UNI 7845.
Lega di magnesio (carrello) della Societa Italiana per il Magnesio, di Bolzano.
Alberi rettificati e cuscinetti a scorrimento assiale"Thomson"della ditta Rimassa di Genova.
Cuscinetti volventi della RIV-SKF di Torino.
Bloccaggi "Ringfeder"della Tecnologie Industriali di Milano.
Motovariatore "Idrovar",cinghie e pulegge dentate "Uniroyal" della ditta Flender Cigala di Milano.
Guide a sfere su rotaia"Star"della ditta P.B. Mikron di Cinisello Balsamo (MI)

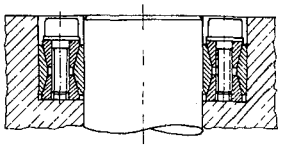


Fig. 4
Particolare bloccaggi volani.

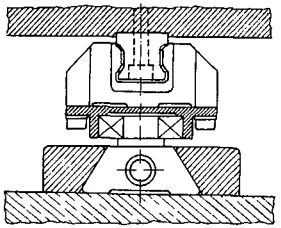


Fig. 5
" Guida a sfere su rotaia" e perno regolabile sul volano.

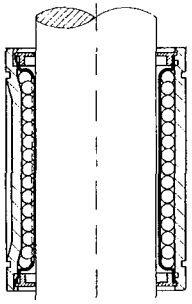


Fig.6
Uno dei cuscinetti a scorrimento assiale per il movimento del carrello.

segue

segue: Progettazione meccanica

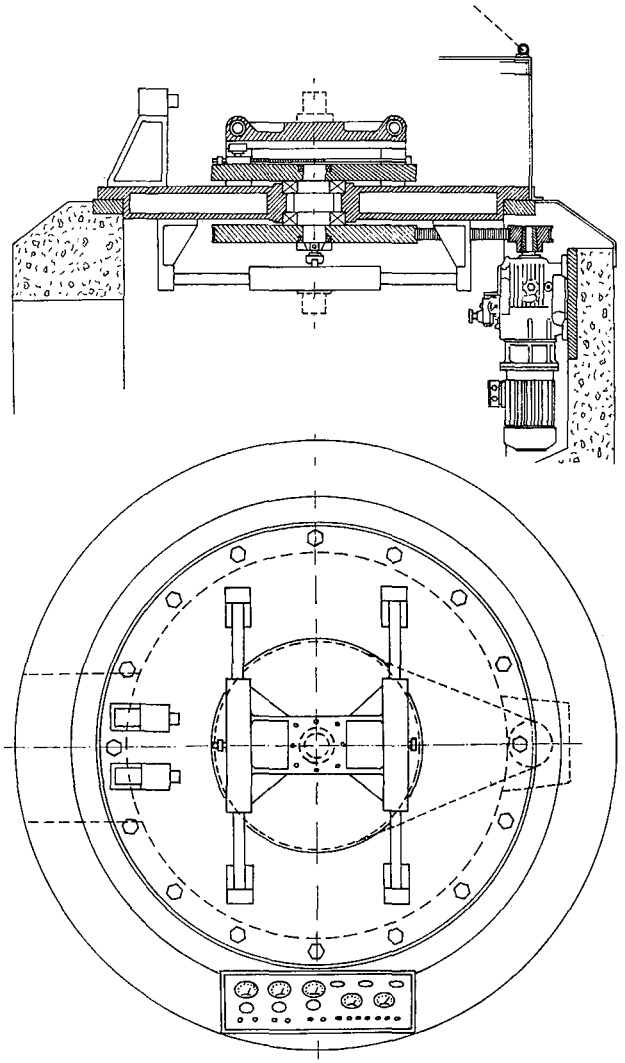


Fig. 7
Progetto esecutivo
del datore di moto armonico.

segue

segue: Progettazione meccanica

Progetto di un codificatore

La perfetta razionalita di un prodotto non e mai completamente funzione del suo costo, ma e nel disegno dei suoi componenti che, se eseguito in maniera corretta, contribuisce di almeno il 50% alla perfetta funzionalita dell'insieme. (vedi Relazione forma-sollecitazione nel capitolo Resistenza materiali)

Partendo dalla scelta del materiale piu appropriato per caratteristiche fisiche e tecnologiche, il suo eventuale trattamento termico (vedi capitolo Designazione materiali), la sua reperibilita nella forma di semilavorato piu vicino

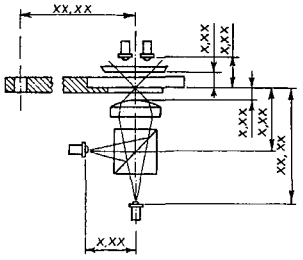


Fig. 1 - Schema ottico.

alla forma finita (vedi capitolo Semilavorati), il progettista deve realizzare il disegno del pezzo con il minimo di lavorazioni limitando i collegamenti mobili (filettature, viti, spine, chiavette, ecc.) ai prototipi e ai complessi o particolari destinati ad essere sostituiti. Occorre inoltre tener presente le macchine e le attrezzature di collaudo disponibili per l'esecuzione. In fig. 1 lo schema ottico. In fig. 2 la realizzazione come prototipo Nella fig. 3, la forma definitiva nella quale, tenendo conto della esperienza acquisita nella lavorazione dei particolari, nel loro assemblaggio e dei risultati fun-

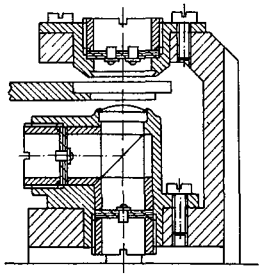


Fig. 2 - Progetto del prototipo.

zionali ottenuti, si e proceduto ad una razionale semplificazione dell'insieme; si sono altresi sostituite filettature e viti con adesivi ottenendo una notevole riduzione di costi e di peso,quest' ultimo importante, essendo questo particolare tipo di codificatore usato nei sensori di scansione dei satelliti meteorologici.

Sono stati impiegati i seguenti materiali. Lega di magnesio (m.v 1,76) della Societa Italiana per il Magnesio di Bolzano. Resina fluorocarbonica della Angst -Pfister di Milano. Adesivi strutturali superrapidi della Loctite Italia di Brugherio (MI) Vetro ottico.

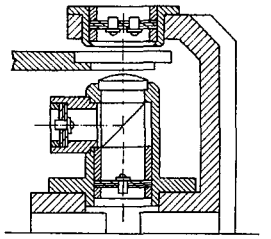


Fig. 3 - Progetto definitivo

segue

segue: Progettazione meccanica

Progetto di accelerometro

Questi strumenti, se disposti in terne mutualmente ortogonali,servono per misurare le tre componenti dell'accelerazione.

In questo caso, al progettista, erano stati forniti i dati riguardanti la massa dell'elemento sensibile sottoposto al principio di inerzia e quelli delle varie componenti elettromagnetiche.

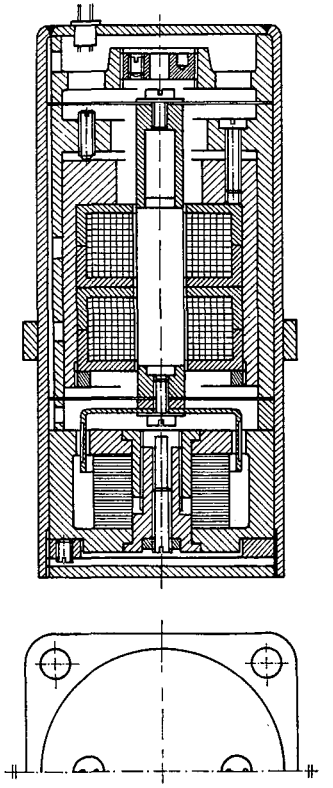


Fig. 1 - Progetto prototipo.

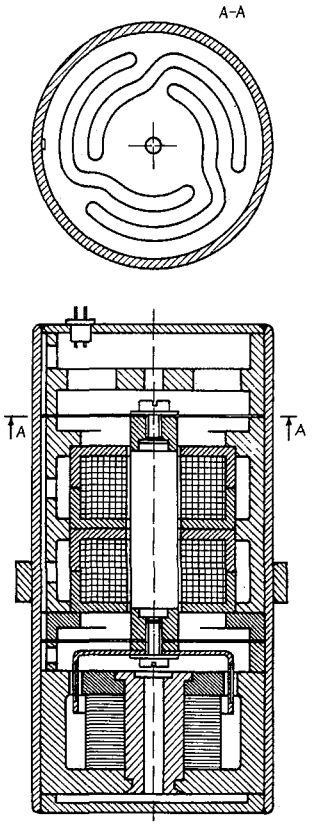


Fig. 2 - Progetto definitivo.

Il prototipo doveva permettere l'aggiustaggio dei campi di polarizzazione dielettrica e del fine corsa. Prove ed asperienze sul prototipo fornirono la definizione dei componenti elastici di richiamo e le misure ottimali che permisero di semplificare il progetto definitivo come in figura 2

Progettazione con uso di acciai inossidabili

Perche un progetto riesca bene, e possa essere correttamente realizzato,e necessario che il progettista pensi in termini adatti al materiale prescelto per la realizzazione del manufatto. Deve quindi conoscerne tutte le caratteristiche. Il tenore di lega degli acc inox' (Fe,C,Cr,Ni,ecc.) li rende capaci di resistere, in vario grado, ai diversi tipi di fenomeni corrosivi. Per struttura metallografica sono divisi in:

- austenitici,
- ferritici,
- martensitici.

Caratteristiche meccaniche

Austenitici. sono diverse da quelle degli acciai comuni, si innalzano mediante incrudimento per deformazione a freddo, hanno elevata: resist a fatica, deformabilita, agli urti anche a temp. molto basse, scorrim.viscoso,all'usura.
Ferritici. simili a quelle degli acc comuni a matrice ferritica, si innalzano mediante incrudimento per deformaz. a freddo, elevata resistenza all'usura.
Martensitici. simili a quelle degli acc. da bonifica, si innalzano mediante tratt. di tempra, seguita, di solito, da rinvenimento o distensione, hanno elevata resistenza a fatica, all'usura e allo scorrimento viscoso.

Caratteristiche fisiche

Rispetto agli acciai comuni.

	austen.	ferr.mart
Massa volum.	un po ≥	
Cond.termica	molto ∠	un po ∠
Resist.elet.	molto ≥	un po ≥
Coeff dilat.	molto ≥	simile
Perm.magnet.	m.bassa	simile
Res.al fuoco	m.super.	superiore
Igienicita	molto elevata	
Lavorabilita (aspor truc.)	molto ∠	un po ∠
Deform.fred.	molto ≥	simile

Resistenza alla corrosione

I diversi tipi di inox hanno differenti attitudini a resistere ai fenomeni corrosivi e la loro capacita di opporsi alla corrosione deriva dal loro autopassivarsi.

Pertanto: l'ambiente dove devono operare, le sollecitazioni, il disegno, la reale temperatura superficiale d'esercizio del componente inox, le modalita di messa in opera, devono consentire la permanenza in stato di passivita stabile nelle condizioni di esercizio.

Componibilita

Unioni maggiormente usate:

Sald. per fusione { TIG, MIG, al plasma, elettrodo rivestito, arco sommerso.

Sald. per resist. { per punti, a rilievo, per rullatura.

- Brasatura - Incollaggio.

Giunzioni meccan. { aggraffatura (austen. e ferrit) su spess.sott avvitatura, chiodatura, filettatura,(dopo accertata compatibilita galvanica di viterie, chiodi, rivetti, specie nel caso di ambienti aggressivi)

Finiture superficiali

Gli inox per la loro capacita di autopassivarsi non necessitano di trattam. superfic anticorrosivi.
Sono correntemente utilizzate·

- finiture di laminaz. a caldo.
- finiture di laminaz. a freddo. (p.es. lamiere e nastri f. 2B,BA)
- trafilatura (barre, fili, tubi) Finit per asport. di mater
- pelatura e rettific per barre.
- satinatura e lucidatura per lamiere, nastri, tubi e barre
- lucidat. elettrolit e chimica.
- incisione chimica.
- colorazione per interferenza.
- pitturazione e smaltatura.

Analisi dei costi

Il maggiore costo iniziale e sicuramente assorbito dalla durata e dalla sicurezza effettiva, riduzione dei pesi per le elevate caratt. mecc e assenza di sovraspessori di corrosione, l'assenza di finiture anticorr e di manutensione. L'inox e economico in termini reali, come dimostrano i molteplici esempi di utilizzazione

Selezione dalla Rivista INOSSIDABILE - Piazza Velasca 10, 20122 MILANO.

Sezione B

MATEMATICA

Calcolatrice scientifica SHARP EL 545 a pila solare

Operazioni matematiche

ESEMPIO	OPERAZIONE	RISULTATO	OPERAZ. INV	RIS.INV
Quadrati, cubi, radici, ecc. (con F si indica il tasto 2ndF)				
n^2	5 X^2	25	$\sqrt{}$	5
n^3	5 Y^X 3 =	125	F $\sqrt[3]{}$	5
$n^{1,25}$	5 Y^X 1,25 =	7,476743906	F $\sqrt[y]{}$ 1,25 =	5
$\sqrt{n}$	5 $\sqrt{}$	2,236067978	X^2	5
$\sqrt[3]{n}$	5 F $\sqrt[3]{}$	1,709975947	Y^X 3 =	5
$\sqrt[1,2]{n}$	5 F $\sqrt[x]{y}$ 1,2 =	3,823622457	Y^X 1,2 =	5
In	5 In	1,609437912	F e^x	5
πn	F π x 5 =	15,70796327	− F π =	5
$\pi n^2 - 4$	F π x 5 X^2 − 4 =	19,63495409	x 4 − F π = $\sqrt{}$	5
Logaritmi decimali				
log 12,4578	12,4578 log	1,095441354	F 10^X	12,4578
log 0,020	0,020 log	−1,698970004	F 10^X	0,02
log (20x30)	20 log + 30 log =	2,778815125	F 10^X	600
log (0,020x0,030)	0,020 log + 0,030 log=	−3,22184875	F 10^X	0,0006
log (30 20)	30 log − 20 log =	0,176091259	F 10^X	1,5
log (25,7 619,3	25,7 log − 619,3 log =	−1,381967957	F 10^X	0,041498
Conversione di gradi e radianti				
Gradi-radianti	30,3513→DEG F DRG▸	0,533842888	F DRG▸F DRG▸F→DMS	30,3513
Gradi-radianti	0,002→DEG F DRG▸	0,000096962	F DRG▸F DRG▸F→DMS	0,002
Radianti-gradi	(modo RAD) 0,2978 F DRG▸F DRG▸F→DMS	17,034565	→DEG F DRG▸	0,2978
Radianti-gradi	10 F DRG▸F DRG▸F→DMS	572,572806	→DEG F DRG▸	10
Funzioni trigonometriche				
seno 30°15'10"	30,1510→DEG sin	0,503815856	F $\sin^{-1}$ F→DMS	30,1510
cos 25°12'18"	25,1218→DEG cos	0,904789892	F $\cos^{-1}$ F→DMS	25,1218
tg 12°22'50"	12,2250→DEG tan	0,219508511	F $\tan^{-1}$ F→DMS	12,2250
ctg 15°20'25"	15,2025→DEG tan F 1/x	3,64531415	F 1/x $\tan^{-1}$ F→DMS	15,2025
sec 35°38'35"	35,3835→DEG cos F 1/x	1,230522235	F 1/x $\cos^{-1}$ F→DMS	35,3835
cosec 50°25'09"	50,2509→DEG sen F 1/x	1,297477236	F 1/x sen^{-1} F→DMS	50,2509
Conversione di gradi, min. e sec. in decimali di grado				
25°35'15,67"	25,351567→DEG	25,58768611	F→DMS	25,351567

Operaz. aritm. su gradi min. sec. - Evolvente α = tg α − α (rad)

ESEMPIO	OPERAZIONE	RISULTATO
10°10'28" + 10°09'44"	10,1028→DEG + 10,0944→DEG = F→DMS	20,2012
20°20'12" − 10°10'28"	20,2012→DEG − 10,1028→DEG = F→DMS	10,0944
10°35'17,65" X 17	10,351765→DEG X 17 = F→DMS	180
89°59'55" − 7	89,5955→DEG − 7 = F→DMS	12,5125
inv α 17°30'	17,30→DEG tan − 17,30→DEG F DRG▸ =	0,009866169
inv α 20°	20 tan − 20 F DRG▸ =	0,014904383

Con la calcolatrice SHARP EL 545, oltre alle operazioni (alternative alle precedenti tabelle) si possono eseguire calcoli con costante, grado di precedenza, memoria, esponenziali, reciproco, fattoriale, percentuali, trasformazioni in coordinate, numeri complessi, binari, octal, esadecimali, statistici, ecc.

Fattori e numeri primi

Numeri dispari. il primo fattore e sempre un numero primo(P) (3,5,7,ecc.) Nei numeri pari,il primo fattore e sempre 2. Conosciuto il primo fattore (se questi non e un numero primo) si esegue la divisione e si trovano,in tabella, i fattori successivi. Esempi di numeri dispari. 55 (1°fatt.5) 55:5=11 (P) pertanto: 55 = 5 x 11. 903(1°fatt.3) 903 3 = 301 301 7=43(P) pertanto: 903 = 3x7x43. 931(1°fatt.7) 931 7 = 133 133 7=19(P) pertanto: 931 = 7^2x19. Esempi di numeri pari. 70 70 2 = 35 35 5 = 7(P) pertanto: 70 = 2x5x7 130 130 2 = 65 65 5=13 (P) pertanto: 130=2x5x13. 1042 1042:2=521(P) pertanto: 1042 = 2x521.

da / a	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200	1200-1300	1300-1400	1400-1500	1500-1600	1600-1700
1	P	P	3	7	P	3	P	P	3	17	7	3	P	P	3	19	P
3	P	P	7	3	13	P	3	19	11	3	17	P	3	P	23	3	7
5	P	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
7	P	P	3	P	11	3	P	7	3	P	19	3	17	P	3	11	P
9	3	P	11	3	P	P	3	P	P	3	P	P	3	7	P	3	P
11	P	3	P	P	3	7	13	3	P	P	3	11	7	3	17	P	3
13	P	P	3	P	7	3	P	23	3	11	P	3	P	13	3	17	P
15	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
17	P	3	7	P	3	11	P	3	19	7	3	P	P	3	13	37	3
19	P	7	3	11	P	3	P	P	3	P	P	3	23	P	3	7	P
21	3	11	13	3	P	P	3	7	P	3	P	19	3	P	7	3	P
23	P	3	P	17	3	P	7	3	P	13	3	P	P	3	P	P	3
25	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
27	3	P	P	3	7	17	3	P	P	3	13	7	3	P	P	3	P
29	P	3	P	7	3	23	17	3	P	P	3	P	P	3	P	11	3
31	P	P	3	P	P	3	P	17	3	7	P	3	P	11	3	P	7
33	3	7	P	3	P	13	3	P	7	3	P	11	3	31	P	3	23
35	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
37	P	P	3	P	19	3	7	11	3	P	17	3	P	7	3	29	P
39	3	P	P	3	P	7	3	P	P	3	P	17	3	13	P	3	11
41	P	3	P	11	3	P	P	3	29	P	3	7	17	3	11	23	3
43	P	11	3	7	P	3	P	P	3	23	7	3	11	17	3	P	31
45	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
47	P	3	13	P	3	P	P	3	7	P	3	31	29	3	P	7	3
49	7	P	3	P	P	3	11	7	3	13	P	3	P	19	3	P	17
51	3	P	P	3	11	19	3	P	23	3	P	P	3	7	P	3	13
53	P	3	11	P	3	7	P	3	P	P	3	P	7	3	P	P	3
55	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
57	3	P	P	3	P	P	3	P	P	3	7	13	3	23	31	3	P
59	P	3	7	P	3	13	P	3	P	7	3	19	P	3	P	P	3
61	P	7	3	19	P	3	P	P	3	31	P	3	13	P	3	7	11
63	3	P	P	3	P	P	3	7	P	3	P	P	3	29	7	3	P
65	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
67	P	P	3	P	P	3	23	13	3	P	11	3	7	P	3	P	P
69	3	13	P	3	7	P	3	P	11	3	P	7	3	37	13	3	P
71	P	3	P	7	3	P	11	3	13	P	3	P	31	3	P	P	3
73	P	P	3	P	11	3	P	P	3	7	29	3	19	P	3	11	7
75	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
77	7	3	P	13	3	P	P	3	P	P	3	11	P	3	7	19	3
79	P	P	3	P	P	3	7	19	3	11	13	3	P	7	3	P	23
81	3	P	P	3	13	7	3	11	P	3	23	P	3	P	P	3	41
83	P	3	P	P	3	11	P	3	P	P	3	7	P	3	P	P	3
85	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
87	3	11	7	3	P	P	3	P	P	3	P	P	3	19	P	3	7
89	P	3	17	P	3	19	13	3	7	23	3	29	P	3	P	7	3
91	7	P	3	17	P	3	P	7	3	P	P	3	P	13	3	37	19
93	3	P	P	3	17	P	3	13	19	3	P	P	3	7	P	3	P
95	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
97	P	P	3	P	7	3	17	P	3	P	P	3	P	11	3	P	P
99	3	P	13	3	P	P	3	17	29	3	7	11	3	P	P	3	P

segue

segue· Fattori e numeri primi

da \ a	1700–1800	1800–1900	1900–2000	2000–2100	2100–2200	2200–2300	2300–2400	2400–2500	2500–2600	2600–2700	2700–2800	2800–2900	2900–3000	3000–3100	3100–3200	3200–3300	3300–3400	3400–3500	3500–3600	3600–3700	3700–3800	3800–3900
1	3	P	P	3	11	31	3	7	41	3	37	P	3	P	7	3	P	19	3	13	P	3
3	13	3	11	P	3	7	P	3	P	19	3	P	P	3	29	P	3	41	31	3	7	P
5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
7	3	13	P	3	7	P	3	29	23	3	P	7	3	31	13	3	P	P	3	P	11	3
9	P	3	23	7	3	47	P	3	13	P	3	53	P	3	P	P	3	7	11	3	P	13
11	29	P	3	P	P	3	P	P	3	7	P	3	41	P	3	13	7	3	P	23	3	37
13	3	7	P	3	P	P	3	19	7	3	P	29	3	23	11	3	P	P	3	P	47	3
15	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
17	17	23	3	P	29	3	7	P	3	P	11	3	P	7	3	P	31	3	P	P	3	11
19	3	17	19	3	13	7	3	41	11	3	P	P	3	P	P	3	P	13	3	7	P	3
21	P	3	17	43	3	P	11	3	P	P	3	7	23	3	P	P	3	11	7	3	61	P
23	P	P	3	7	11	3	23	P	3	43	7	3	37	P	3	11	P	3	13	P	3	P
25	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
27	11	3	41	P	3	17	13	3	7	37	3	11	P	3	53	7	3	23	P	3	P	43
29	7	31	3	P	P	3	17	7	3	11	P	3	29	13	3	P	P	3	P	19	3	7
31	3	P	P	3	P	23	3	11	P	3	P	19	3	7	31	3	P	47	3	P	7	3
33	P	3	P	19	3	7	P	3	17	P	3	P	7	3	13	53	3	P	P	3	P	P
35	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
37	3	11	13	3	P	P	3	P	43	3	7	P	3	P	P	3	47	7	3	P	37	3
39	37	3	7	P	3	P	P	3	P	7	3	17	P	3	43	41	3	19	P	3	P	11
41	P	7	3	13	P	3	P	P	3	19	P	3	17	P	3	7	13	3	P	11	3	23
43	3	19	29	3	P	P	3	7	P	3	13	P	3	17	7	3	P	11	3	P	19	3
45	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
47	P	P	3	23	19	3	P	P	3	P	41	3	7	11	3	17	P	3	P	7	3	P
49	3	43	P	3	7	13	3	31	P	3	P	7	3	P	47	3	17	P	3	41	23	3
51	17	3	P	7	3	P	P	3	P	11	3	P	13	3	23	P	3	7	53	3	11	P
53	P	17	3	P	P	3	13	11	3	7	P	3	P	43	3	P	7	3	11	13	3	P
55	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
57	7	3	19	11	3	37	P	3	P	P	3	P	P	3	7	P	3	P	P	3	13	7
59	P	11	3	29	17	3	7	P	3	P	31	3	11	7	3	P	P	3	P	P	3	17
61	3	P	37	3	P	7	3	23	13	3	11	P	3	P	29	3	P	P	3	7	P	3
63	41	3	13	P	3	31	17	3	11	P	3	7	P	3	P	13	3	P	7	3	53	P
65	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
67	3	P	7	3	11	P	3	P	17	3	P	47	3	P	P	3	7	P	3	19	P	3
69	29	3	11	P	3	P	23	3	7	17	3	19	P	3	P	7	3	P	43	3	P	53
71	7	P	3	19	13	3	P	7	3	P	17	3	P	37	3	P	P	3	P	P	3	7
73	3	P	P	3	41	P	3	P	31	3	47	13	3	7	19	3	P	23	3	P	7	3
75	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
77	P	P	3	31	7	3	P	P	3	P	P	3	13	17	3	29	11	3	7	P	3	P
79	3	P	P	3	P	43	3	37	P	3	7	P	3	P	11	3	31	7	3	13	P	3
81	13	3	7	P	3	P	P	3	29	7	3	43	11	3	P	17	3	59	P	3	19	P
83	P	7	3	P	37	3	P	13	3	P	11	3	19	P	3	7	17	3	P	29	3	11
85	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
87	P	3	P	P	3	P	7	3	13	P	3	P	29	3	P	19	3	11	17	3	7	13
89	P	P	3	P	11	3	P	19	3	P	P	3	7	P	3	11	P	3	37	7	3	P
91	3	31	11	3	7	29	3	47	P	3	P	7	3	11	P	3	P	P	3	P	17	3
93	11	3	P	7	3	P	P	3	P	P	3	11	41	3	31	37	3	7	P	3	P	17
95	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
97	3	7	P	3	13	P	3	11	7	3	P	P	3	19	23	3	43	13	3	P	P	3
99	7	3	P	P	3	11	P	3	23	P	3	13	P	3	7	P	3	P	59	3	29	7

segue

segue· Fattori e numeri primi

da \ a	3900–4000	4000–4100	4100–4200	4200–4300	4300–4400	4400–4500	4500–4600	4600–4700	4700–4800	4800–4900	4900–5000	5000–5100	5100–5200	5200–5300	5300–5400	5400–5500	5500–5600	5600–5700	5700–5800	5800–5900	5900–6000	6000–6100
1	47	P	3	P	11	3	7	43	3	P	13	3	P	7	3	11	P	3	P	P	3	17
3	3	P	11	3	13	7	3	P	P	3	P	P	3	11	P	3	P	13	3	7	P	3
5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
7	P	P	3	7	59	3	P	17	3	11	7	3	P	41	3	P	P	3	13	P	3	P
9	3	19	7	3	31	P	3	11	17	3	P	P	3	P	P	3	7	71	3	37	19	3
11	P	3	P	P	3	11	13	3	7	17	3	P	19	3	47	7	3	31	P	3	23	P
13	7	P	3	11	19	3	P	7	3	P	17	3	P	13	3	P	37	3	29	P	3	7
15	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
17	P	3	23	P	3	7	P	3	53	P	3	29	7	3	13	P	3	41	P	3	61	11
19	P	P	3	P	7	3	P	31	3	61	P	3	P	17	3	P	P	3	7	11	3	13
21	3	P	13	3	29	P	3	P	P	3	7	P	3	23	17	3	P	7	3	P	31	3
23	P	3	7	41	3	P	P	3	P	7	3	P	47	3	P	11	3	P	59	3	P	19
25	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
27	3	P	P	3	P	19	3	7	29	3	13	11	3	P	7	3	P	17	3	P	P	3
29	P	3	P	P	3	47	7	3	P	11	3	47	23	3	73	61	3	13	17	3	7	P
31	P	29	3	P	61	3	23	11	3	P	P	3	7	P	3	P	3	11	7	3	37	
33	3	37	P	3	7	11	3	41	P	3	P	7	3	P	P	3	11	43	3	19	17	3
35	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
37	31	11	3	19	P	3	13	P	3	7	P	3	11	P	3	P	7	3	P	13	3	P
39	3	7	P	3	P	23	3	P	7	3	11	P	3	13	19	3	29	P	3	P	P	3
41	7	3	41	P	3	P	19	3	11	47	3	71	53	3	7	P	3	P	P	3	13	7
43	P	13	3	P	43	3	7	P	3	29	P	3	37	7	3	P	23	3	P	P	3	P
45	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
47	P	3	11	31	3	P	P	3	47	37	3	7	P	3	P	13	3	P	7	3	19	P
49	11	P	3	7	P	3	P	P	3	13	7	3	19	29	3	P	31	3	P	P	3	23
51	3	P	7	3	19	P	3	P	P	3	P	P	3	59	P	3	7	P	3	P	11	3
53	59	3	P	P	3	61	29	3	7	23	3	31	P	3	53	P	3	P	11	3	P	P
55	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
57	3	P	P	3	P	P	3	P	67	3	P	13	3	7	11	3	P	P	3	P	7	3
59	37	3	P	P	3	7	47	3	P	43	3	P	7	3	23	53	3	P	13	3	59	73
61	17	31	3	P	7	3	P	59	3	P	11	3	13	P	3	43	67	3	7	P	3	11
63	3	17	23	3	P	P	3	P	11	3	7	61	3	19	31	3	P	7	3	11	67	3
65	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
67	P	7	3	17	11	3	P	13	3	31	P	3	P	23	3	7	19	3	73	P	3	P
69	3	13	11	3	17	41	3	7	19	3	P	57	3	11	7	3	P	P	3	P	47	3
71	11	3	43	P	3	17	7	3	13	P	3	11	P	3	41	P	3	53	29	3	7	13
73	29	P	3	P	P	3	17	P	3	11	P	3	7	P	3	13	P	3	23	7	3	P
75	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
77	41	3	P	7	3	11	23	3	17	P	3	P	31	3	19	P	3	7	53	3	43	59
79	23	P	3	11	29	3	19	P	3	7	13	3	P	P	3	P	7	3	P	P	3	P
81	3	7	37	3	13	P	3	31	7	3	17	P	3	P	P	3	P	13	3	P	P	3
83	7	3	47	P	3	P	P	3	P	19	3	13	71	3	7	P	3	P	P	3	31	7
85	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
87	3	61	53	3	41	7	3	43	P	3	P	P	3	17	P	3	37	11	3	7	P	3
89	P	3	59	P	3	67	13	3	P	P	3	7	P	3	17	11	3	P	7	3	53	P
91	13	P	3	7	P	3	P	P	3	67	7	3	29	11	3	17	P	3	P	43	3	P
93	3	P	7	3	23	P	3	13	P	3	P	11	3	67	P	3	7	P	3	71	13	3
95	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
97	7	17	3	P	P	3	P	7	3	59	19	3	P	P	3	23	29	3	11	P	3	7
99	3	P	13	3	53	11	37	P	3	P	P	P	3	7	P	3	11	41	3	17	7	3

segue

segue· Fattori e numeri primi

da \ a	6100-6200	6200-6300	6300-6400	6400-6500	6500-6600	6600-6700	6700-6800	6800-6900	6900-7000	7000-7100	7100-7200	7200-7300	7300-7400	7400-7500	7500-7600	7600-7700	7700-7800	7800-7900	7900-8000	8000-8100	8100-8200	8200-8300
1	P	3	P	37	3	7	P	3	67	P	3	19	7	3	13	11	3	29	P	3	P	59
3	17	P	3	19	7	3	P	P	3	47	P	3	67	11	3	P	P	3	7	53	3	13
5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
7	31	3	7	43	3	P	19	3	P	7	3	P	P	3	P	P	3	37	P	3	11	29
9	41	7	3	13	23	3	P	11	3	43	P	3	P	31	3	7	13	3	11	P	3	P
11	3	P	P	3	17	11	3	7	P	3	13	P	3	P	7	3	11	73	3	P	P	3
13	P	3	59	11	3	17	7	3	31	P	3	P	71	3	11	23	3	13	41	3	7	43
15	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
17	3	P	P	3	7	13	3	17	P	3	11	7	3	P	P	3	P	P	3	P	P	3
19	29	3	71	7	3	P	P	3	11	P	3	P	13	3	73	19	3	7	P	3	23	P
21	P	P	3	P	P	3	11	19	3	7	P	3	P	41	3	P	7	3	89	13	3	P
23	3	7	P	3	11	37	3	P	7	3	17	31	3	13	P	3	P	P	3	71	P	3
25	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
27	11	13	3	P	61	3	7	P	3	P	P	3	17	7	3	29	P	3	P	23	3	19
29	3	P	P	3	P	7	3	P	13	3	P	P	3	17	P	3	59	P	3	7	11	3
31	P	3	13	59	3	19	53	3	29	79	3	7	P	3	17	13	3	41	7	3	47	P
33	P	23	3	7	47	3	P	P	3	13	7	3	P	P	3	17	11	3	P	29	3	P
35	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
37	17	3	P	41	3	P	P	3	7	31	3	P	11	3	P	7	3	17	P	3	79	P
39	7	17	3	47	13	3	23	7	3	P	11	3	41	43	3	P	71	3	17	P	3	7
41	3	79	17	3	31	29	3	P	11	3	37	13	3	7	P	3	P	P	3	11	7	3
43	P	3	P	17	3	7	11	3	53	P	3	P	7	3	19	P	3	11	13	3	17	P
45	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
47	3	P	11	3	P	17	3	41	P	3	7	P	3	11	P	3	61	7	3	13	P	3
49	11	3	7	P	3	61	17	3	P	7	3	11	P	3	P	P	3	47	P	3	29	73
51	P	7	3	P	P	3	43	13	3	11	P	3	P	P	3	7	23	3	P	83	3	37
53	3	13	P	3	P	P	3	7	17	3	23	P	3	29	7	3	P	P	3	P	31	3
55	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
57	47	P	3	11	79	3	29	P	3	P	17	3	7	P	3	13	P	3	73	7	3	23
59	3	11	P	3	7	P	3	19	P	3	P	7	3	P	P	3	P	29	3	P	41	3
61	61	3	P	7	3	P	P	3	P	23	3	53	17	3	P	47	3	7	19	3	P	11
63	P	P	3	23	P	3	P	P	3	7	13	3	37	17	3	79	7	3	P	11	3	P
65	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3
67	7	3	P	29	3	59	67	3	P	37	3	13	53	3	7	11	3	P	31	3	P	7
69	31	P	3	P	P	3	7	P	3	P	67	3	P	7	3	P	17	3	13	P	3	P
71	3	P	23	3	P	7	3	P	P	3	71	11	3	31	67	3	19	17	3	7	P	3
73	P	3	P	P	3	P	13	3	19	11	3	7	73	3	P	P	3	P	7	3	11	P
75	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
77	3	P	7	3	P	11	3	13	P	3	P	19	3	P	P	3	7	P	3	41	13	3
79	37	3	P	11	3	P	P	3	7	P	3	29	47	3	11	7	3	P	79	3	P	17
81	7	11	3	P	P	3	P	7	3	73	43	3	11	P	3	P	31	3	23	P	3	7
83	3	61	13	3	29	41	3	P	P	3	11	P	3	7	P	3	43	P	3	59	7	3
85	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
87	23	P	3	13	7	3	11	71	3	19	P	3	83	P	3	P	13	3	7	P	3	P
89	3	19	P	3	11	P	3	83	29	3	7	37	3	P	P	3	P	7	3	P	19	3
91	41	3	7	P	3	P	P	3	P	7	3	23	19	3	P	P	3	13	61	3	P	P
93	11	7	3	43	19	3	P	61	3	41	P	3	P	59	3	7	P	3	P	P	3	P
95	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	3	5	3	5	3	5	5	3	5	5	3
97	P	3	P	73	3	37	7	3	P	47	3	P	13	3	71	43	3	53	11	3	7	P
99	P	P	3	67	P	3	13	P	3	31	23	3	7	P	3	P	11	3	19	7	3	43

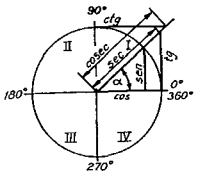
Funzioni trigonometriche

Usando un calcolatore elettronico si ottiene direttamente il valore della funzione trigonometrica di qualsiasi angolo per sen, cos, tg. Si ottiene ctg, sec, csc, rispettivamente con l'inverso (1/x) di tg, cos, sen. Con le tabelle trigonometriche, si hanno i valori di sen, cos, tg, ctg, sec e csc per gli angoli acuti. Per gli angoli ottusi si ricordi che:

$\text{sen}\ \alpha = \cos(\alpha - 90^\circ)$; $\cos\alpha = -\text{sen}(\alpha - 90^\circ)$

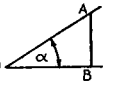
$\text{tg}\ \alpha = -\text{ctg}(\alpha - 90^\circ)$; $\text{ctg}\ \alpha = -\text{tg}(\alpha - 90^\circ)$

$\sec\alpha = -\csc(\alpha - 90^\circ)$; $\csc\alpha = \sec(\alpha - 90^\circ)$



Valore dei segni delle funzioni trigonometriche nei vari quadranti

Quadr.	sen	cos	tg	ctg	sec	csc
I	+	+	+	+	+	+
II	+	−	−	−	−	+
III	−	−	+	+	−	−
IV	−	+	−	−	+	−



$\text{sen}\ \alpha = BA / OA$

$\cos\alpha = OB / OA$

$\text{tg}\ \alpha = BA / OB$

$\text{ctg}\ \alpha = OB / BA$

$\sec\alpha = OA / OB$

$\csc\alpha = OA / BA$

Formule trigonometriche

$\text{sen}^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, $\text{tg}\ \alpha = \text{sen}\ \alpha$

$\cos\alpha = 1\ \text{ctg}\ \alpha$, $\text{ctg}\ \alpha = \cos\alpha$

$\text{sen}\ \alpha = 1\ \text{tg}\ \alpha$, $\sec\alpha = 1\ \cos\alpha$

$\csc\alpha = 1\ \text{sen}\ \alpha$, $\text{sen}\ \alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \text{tg}\ \alpha\ (\sqrt{1 + \text{tg}^2\alpha}) = 1\ (\sqrt{1 + \text{ctg}^2\alpha})$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \text{sen}^2\alpha} = 1 : (\sqrt{1 + \text{tg}^2\alpha}) = \text{ctg}\ \alpha\ (\sqrt{1 + \text{ctg}^2\alpha})$.

Somma e differenza di due angoli

$\text{sen}\ (\alpha \pm \beta) = \text{sen}\ \alpha \cos\beta \pm \cos\alpha\ \text{sen}\ \beta$

$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cos\beta \mp \text{sen}\ \alpha\ \text{sen}\ \beta$

$\text{tg}\ (\alpha \pm \beta) = (\text{tg}\ \alpha \pm \text{tg}\ \beta) : (1 \mp \text{tg}\alpha\ \text{tg}\beta)$

$\text{ctg}(\alpha \pm \beta) = (\text{ctg}\ \alpha\ \text{ctg}\ \beta \mp 1) : (\text{ctg}\ \beta \pm \text{ctg}\ \alpha)$

Funzioni di angoli doppi

$\text{sen}\ 2\alpha = 2\ \text{sen}\ \alpha \cos\alpha$

$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \text{sen}^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = 1 - 2\ \text{sen}^2\alpha$

$\text{tg}\ 2\alpha = 2\ \text{tg}\ \alpha\ (1 - \text{tg}^2\alpha)$

$\text{ctg}\ 2\alpha = (\text{ctg}^2\alpha - 1)\ 2\ \text{ctg}\ \alpha$

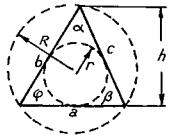
Somme e differ. di due funzioni

$\text{sen}\alpha + \text{sen}\ \beta = 2\text{sen}[(\alpha + \beta):2]\cos[(\alpha - \beta):2]$

$\text{sen}\alpha - \text{sen}\ \beta = 2\cos[(\alpha + \beta):2]\text{sen}[(\alpha - \beta):2]$

$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos[(\alpha + \beta):2]\cos[(\alpha - \beta):2]$

$\cos\alpha - \cos\beta = 2\text{sen}[(\alpha + \beta):2]\text{sen}[(\alpha - \beta):2]$



$a\ \text{sen}\ \alpha = b$ $\text{sen}\ \beta = c$ $\text{sen}\ \varphi = 2R$

$\text{tg}\ \alpha = \dfrac{a\ \text{sen}\ \varphi}{b - a\cos\varphi}$, $\text{sen}\ \dfrac{\alpha}{2} = \sqrt{\dfrac{(s-b)(s-c)}{b\ c}}$

$\cos\dfrac{\alpha}{2} = \sqrt{\dfrac{s\ (s-a)}{bc}}$, $\text{tg}\ \dfrac{\alpha}{2} = \sqrt{\dfrac{(s-b)(s-c)}{s\ (s-a)}} = \dfrac{r}{s-a}$

$\text{tg}\ \dfrac{\beta}{2} = \dfrac{r}{s-b}$, $\text{tg}\ \dfrac{\varphi}{2} = \dfrac{r}{s-c}$

$a = b\cos\varphi + c\cos\beta$, $b = c\cos\alpha + a\cos\varphi$, $c = a\cos\beta + b\cos\alpha$,

$a^2 = b^2 + c^2 - 2\ b\ c\cos\alpha = (b \pm c)^2 \mp 4\ b\ c\cos^2 1/2\ \alpha$

siano:

A = area del triangolo

a, b, c, = lunghezza dei lati

α, β, φ, = angoli opposti ai lati

1/2(a+b+c) = s = semiperimetro

r = raggio del circolo iscritto

R = raggio del circolo circoscr.

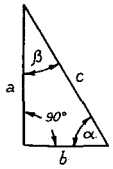
$r = 4\ R\ \text{sen}\ \dfrac{\alpha}{2}\ \text{sen}\ \dfrac{\beta}{2}\ \text{sen}\ \dfrac{\varphi}{2} = \sqrt{\dfrac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}}$, $R = \dfrac{a\ b\ c}{4\ r\ s}$

$A = 1/2\ ab\ \text{sen}\ \varphi = 2R^2\ \text{sen}\ \alpha\ \text{sen}\ \beta\ \text{sen}\ \varphi = r^2\ \text{ctg}\ 1/2\ \alpha\ \text{ctg}\ 1/2\ \beta\ \text{ctg}\ 1/2\ \varphi = \dfrac{a^2\ \text{sen}\ \beta\ \text{sen}\ \varphi}{2\ \text{sen}\ (\beta + \varphi)} = r\ s = \dfrac{a\ b\ c}{4\ r} = \sqrt{s\ (s-a)(s-b)(s-c)}$

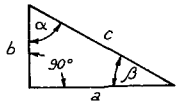
Risoluzione dei triangoli

Funzioni trigonom. degli angoli. Il sen di un angolo e uguale al lato opposto diviso l'ipotenusa. Es. sen α = a c; sen β = b c. Il cos di un angolo e uguale al lato adiacente diviso l'ipotenusa. Es. cos α = b c; cos β = a c. La tg di un angolo e uguale al lato opposto diviso per quello adiacente. Es. tg α = a b , tg β = = b a. La ctg di un angolo e uguale al lato adiacente diviso il lato opposto. Es. ctg α = b a; ctg β = a b. La sec di un angolo e uguale all'ipotenusa diviso il lato adiacente. Es. sec α = c b , sec β = c a. La cosecante di un angolo e uguale alla ipotenusa divisa per il lato opposto. Es. csc α = c a; csc β = c b.

- Triangolo rettangolo -



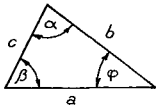
Triangolo rettangolo



dati	incog.	formule
c, b	a	$\sqrt{c^2 - b^2}$
	β	sen β = b c
	α	90° - β
c, a	b	$\sqrt{c^2 - a^2}$
	α	sen α = a c
	β	90° - α
b, a	c	$\sqrt{b^2 + a^2}$
	β	tg β = b a
	α	90° - β
c, β	b	c • sen β
	a	c • cos β
	α	90° - β
c, α	b	c • cos α
	a	c • sen α
	β	90° - α
b, β	c	b sen α
	a	b • ctg β
	α	90° - β
b, α	c	b cos α
	a	b • tg α
	β	90° - α
a, β	c	a cos β
	b	a • tg β
	α	90° - β
a, α	c	a sen α
	b	a • ctg α
	β	90° - α

Area = ab 2 = a 2 $\sqrt{c^2 - a^2}$ = = 1/4 c^2 sen 2 α

Triangolo obliquangolo



dati	incog.	formule
un lato e due ang.	α	180° - (β + φ)
	β	180° - (α + φ)
	φ	180° - (α + β)
	a	b sen α sen β = = c sen α sen φ
	b	a sen β sen α = = c sen β sen
	c	b sen φ sen β = = a sen sen α
due lati e ang. compreso	tg α	$\frac{a \text{ sen } \varphi}{b-(a \cos \varphi)} = \frac{a \text{ sen } \beta}{c-(a \cos\beta)}$
	tg β	$\frac{a \text{ sen } \varphi}{a-(b \cos \varphi)} = \frac{a \text{ sen } \alpha}{c-(b \cos\alpha)}$
	tg φ	$\frac{c \text{ sen } \beta}{a-(c \cos \beta)} = \frac{c \text{ sen } \alpha}{b-(c \cos\alpha)}$
	a	$\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}$
	b	$\sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos \beta}$
	c	$\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \varphi}$
due lati e ang. opposto	sen α	a sen β b = = a sen φ c
	sen β	b sen α a = = b sen φ c
	sen φ	c sen α a = = c sen β b
tre lati	cos α	$(b^2 + c^2 - a^2)$ 2bc
	cos β	$(a^2 + c^2 - b^2)$ 2ac
	cos φ	$(a^2 + b^2 - c^2)$ 2ab

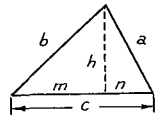
Area = (a b • sen φ) 2
(c • a • sen β) 2
(c • b • sen α) 2

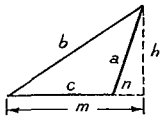
Triangoli obliqui - Cono retto e tronco di cono

Triangoli obliqui

Dimensioni delle coordinate quando i tre lati sono noti

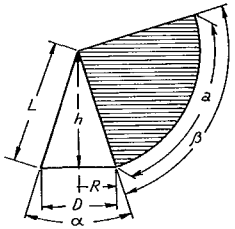
$$K = \frac{(b+a)\ (b-a)}{c}$$

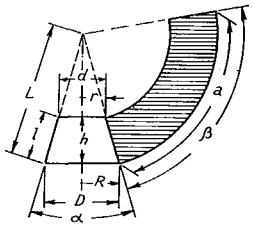




$m=(c+K).2$, $n=(c-K).2$ $h=\sqrt{b^2 - m^2}$ $m=(K+c).2$, $n=(K-c).2$

Cono retto e tronco di cono a basi parall. Conic. (c) e inclinaz. (I)





$c\ (p\%) = (100D):h = 200 \text{ tg } (\alpha .2)$
$c(1:K)=100:K=100:p$, $D=(ch).100$
$h=(100D):c$; tg α:2=c:200 , I%=c:2
$L = \sqrt{h^2 + r^2}$

$c(p\%)=(D-d):h; c(1:K)=100:p=h(D-d)$
$D = d+(ch).100$, $d = D-(ch).100$
$h=100(Dd):c$; tg α:2=c:200; I%=c:2
$L = (Dl)\ (D-d)$, $l = \sqrt{h^2+(R-r)^2}$

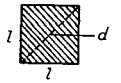
Sviluppo della superficie del mantello: $a = D\pi$, $\beta = a\ (\pi L)180°$

Valore di un angolo (α I) per una data inclinazione % (α c = 2 α I)

I %	α I °	'	I %	α I °	'	I %	α I °	'	I %	α I °	'
0,25	0	9	5,25	3		10,25	5	51	15,25	8	40
0,50	0	17	5,5	3	9	10,5	6		15,5	8	49
0,75	0	26	5,75	3	18	10,75	6	8	15,75	8	57
1	0	35	6	3	26	11	6	17	16	9	5
1,25	0	43	6,25	3	35	11,25	6	25	16,25	9	14
1,5	0	52	6,5	3	43	11,5	6	34	16,5	9	22
1,75	1		6,75	3	52	11,75	6	42	16,75	9	31
2	1	9	7	4		12	6	51	17	9	39
2,25	1	17	7,25	4	9	12,25	6	59	17,25	9	47
2,5	1	26	7,5	4	17	12,5	7	8	17,5	9	56
2,75	1	35	7,75	4	26	12,75	7	16	17,75	10	4
3	1	43	8	4	35	13	7	24	18	10	12
3,25	1	52	8,25	4	43	13,25	7	33	18,25	10	21
3,5	2		8,5	4	52	13,5	7	41	18,5	10	29
3,75	2	9	8,75	5		13,75	7	50	18,75	10	37
4	2	18	9	5	9	14	7	58	19	10	45
4,25	2	26	9,25	5	17	14,25	8	7	19,25	10	54
4,5	2	35	9,5	5	26	14,5	8	15	19,5	11	2
4,75	2	43	9,75	5	34	14,75	8	24	19,75	11	10
5	2	52	10	5	43	15	8	32	20	11	19

Area delle figure piane

A = area, S = semiperimetro, C = circonferenza



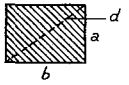
$A = l^2 = d^2 \quad 2$

$l = 0{,}70711d = \sqrt{A}$

$d = 1{,}41421\ l =$

$= 1{,}41421\ \sqrt{A}$

Quadrato



$A = ab = a\sqrt{d^2 - a^2} =$

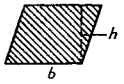
$= b\sqrt{d^2 - b^2}$

$d = \sqrt{a^2 + b^2}$

$A = \sqrt{d^2 - b^2} = A \quad b$

$b = \quad d^2 - a^2 = A \quad a$

Rettangolo

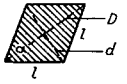


$A = hb$

$a = A \quad b$

$b = A \quad h$

Parallelogramma



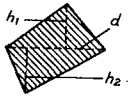
$A = (Dd).2 = l^2 \operatorname{sen} \alpha$

$l = \sqrt{(0{,}5D)^2 + (0{,}5d)^2}$

$D = 2\sqrt{l^2 - (0{,}5d)^2}$

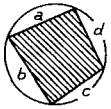
$d = 2\sqrt{l^2 - (0{,}5D)^2}$

Rombo



$A = \dfrac{d\ (h_1 + h_2)}{2}$

Quadrilatero

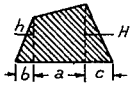


$S = 0{,}5\ (a+b+c+d)$

$A =$

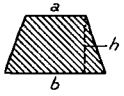
$= \sqrt{(S-a)\ (S-a)\ (S-c)\ (S-d)}$

Quadrilatero iscriv in un circ.



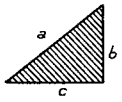
$A = \dfrac{(H+h)\,a+bh+cH}{2}$

Trapezio



$A = \dfrac{a+b}{2}\ h$

Trapezio a basi parallele



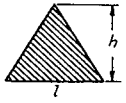
$A = (bc) \quad 2$

$a = \sqrt{b^2 + c^2}$

$b = \sqrt{a^2 - c^2}$

$c = \sqrt{a^2 - b^2}$

Triangolo rettangolo



$A =$

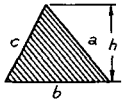
$= (1:4)\sqrt{3}l^2 = 0{,}4331^2 =$

$= 1:\sqrt{3}h^2 = 0{,}57735h^2$

$h \quad 0{,}5\sqrt{3}\ l \quad 0{,}866l$

$l = 1{,}1547\ h$

Triangolo equilatero



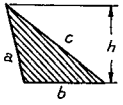
$S = 0{,}5(a + b + c)$

$A = (bh) \quad 2 =$

$= \dfrac{b}{2}\sqrt{a^2 - \left(\dfrac{a^2+b^2-c^2}{2b}\right)^2} =$

$= \sqrt{S(S-a)\ (S-b)\ (S-c)}$

Triangolo acutangolo



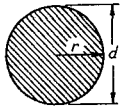
$S = 0{,}5\ (a+b+c)$

$A = (bh) \quad 2 =$

$= \dfrac{b}{2}\sqrt{a^2 - \left(\dfrac{c^2-a^2-b^2}{2h}\right)^2} =$

$= \sqrt{S(S-a)\ (S-b)\ (S-c)}$

Triangolo ottusangolo



$A = r^2 = 0{,}7854\ d^2 =$

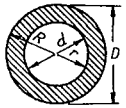
$= (\pi d^2) \cdot 4 = c\ r:2$

$C = 2\pi r = \pi d$

$r = C.(2\pi) = \sqrt{A:\pi} =$

$= 0{,}564\ \sqrt{A}$

Circolo



$A = \pi\ (R^2 - r^2) =$

$= \pi\ (R+r)\ (R-r) =$

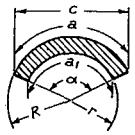
$= 0{,}7854\ (D^2 - d^2) =$

$= 0{,}7854\ (D+d)\ (D-d)$

Corona circolare

segue

Area delle figure piane



$A = \alpha\pi\ (R^2 - r^2).360 =$

$= 0{,}00873\alpha(R^2 - r^2)$

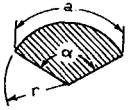
$c = 2R \operatorname{sen} (\alpha:2)$

$\alpha = 57{,}296a \quad R$

$a = 0{,}01745\ R\ \alpha$

$a = 0{,}01745\ r\ \alpha$

Segmento di corona circolare



$A = 0{,}5\ ra =$

$= 0{,}008727\ \alpha\ r^2$

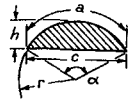
$\alpha = 57{,}296a \quad r$

$r = 2A.a = 57{,}296a:\alpha$

$a = 0{,}01745\ r\alpha =$

$= 2A \quad r$

Settore circolare



$A = 0{,}5\ [ra - c\ (r-h)]$

$c = 2\sqrt{h(2r - h)}$

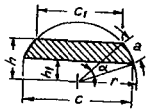
$r = (c^2 + 4h^2) : 8h$

$o = 57{,}296a \quad r$

$a = 0{,}01745\ r\ \alpha$

$h = r - 0{,}5\sqrt{4r^2 - c^2}$

Segmento circolare



$A = ra +$

$+ [(c_1 h) - (ch_1)]\ .2$

$a = 0{,}01745\ r\ \alpha$

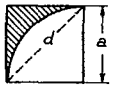
$\alpha = 57{,}296\ a \quad r$

$c = 2\sqrt{r^2 - h^2}$

$c = 2\sqrt{r^2 - h^2}$

$r = \sqrt{c^2 \quad 4 + h^2}$

Segmento circolare a due basi

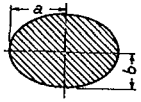


$A = a^2 - \pi a^2 \quad 4 =$

$= 0{,}2146\ a^2 =$

$= 0{,}1075\ d^2$

Timpano



$A = \pi ab = 3{,}1416ab$

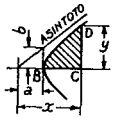
perim. appross.

$= \pi\sqrt{2(a^2 + b^2)}$

oppure

$\pi\sqrt{2(a^2 + b^2) - \dfrac{(a-b)^2}{2{,}2}}$

Ellisse

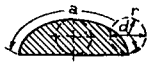


Area B C D

$A = \dfrac{xy}{2} - \dfrac{ab}{2} \cdot$

$\ln\left(\dfrac{x}{a} + \dfrac{y}{b}\right)$

Iperbole



$A = 3\pi r^2$

$= 9{,}4248\ r^2 =$

$= 2{,}3562\ d^2$

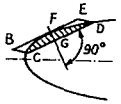
$a = 8r = 4d$

Cicloide

L'area e uguale ai 2/3 del rettangolo con base x e altezza y

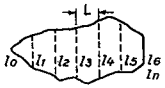
$A = 2/3\ xy$

Parabola



Area del segmento CFD = A = 2/3 del parallelogramma CDEB = 2/3 CD · FG

Segmento di parabola



Area di una superficie di forma irregolare (Regola di Simpson) Dividere l'area in un numero N pari di strisce parallele di uguale spessore con lati. l_0, l_1, l_2, ecc. I l'ultima. Misurare l'altezza dei sud detti lati e sostituire i termini della formula con le misure $A = L \quad 3\ [(l_0 + l_n) + 4\ (l_1 + l_3 + .l_n - 1) + 2\ (l_2 + l_4 + \quad l_n - 2)]$.

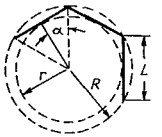
Esempio numerico (vedi figura) $L = 6$, $l_0 = 0$, $l_1 = 14$, $l_2 = 20$, $l_3 = 21$, $l_4 = 23$, $l_5 = 19$, $l_6 = 9$. $A = 6 \quad 3\ [(0 + 9) + 4\ (14 + 21 + 19) + 2\ (20 + 23)] = 2 \quad 1\ [(9) + 4\ (54) + 2\ (43)] = 2 \quad 1\ [311] = 622\ m^2$

Piu strette si faranno le strisce, migliore sara il risultato.

segue

Area delle figure piane

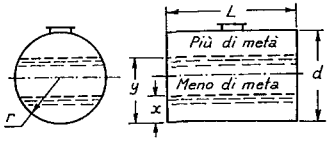
Poligono regolare di N lati



N=numero dei lati, L=lunghezza di un lato; R = raggio circoscritto; r = raggio iscritto;
$R = L \quad (2 \text{ sen } \alpha) = r \quad \cos \alpha$
$r = (L \text{ ctg } \alpha) \quad 2 = R \cos \alpha$
$L = 2 R \text{ sen } \alpha = 2 r \text{ tg } \alpha$
$A = (N \text{ctg } \alpha L^2) \cdot 4 = N \text{sen } \alpha \cos \alpha R^2 =$
$= N \text{ tg } \alpha r^2, \quad \alpha = 180 \quad N$

N	A =			R =		L =		r =		N
	$L^2 x$	$R^2 x$	$r^2 x$	Lx	rx	Rx	rx	Rx	Lx	
3	0,4330	1,2990	5,1962	0,5774	2,0000	1,7321	3,4641	0,5000	0,2887	3
4	1,0000	2,0000	4,0000	0,7071	1,4142	1,4142	2,0000	0,7071	0,5000	4
5	1,7205	2,3776	3,6327	0,8507	1,2361	1,1756	1,4531	0,8090	0,6882	5
6	2,5981	2,5981	3,4641	1,0000	1,1547	1,0000	1,1547	0,8660	0,8660	6
7	3,6339	2,7364	3,3710	1,1524	1,1099	0,8678	0,9631	0,9010	1,0383	7
8	4,8284	2,8284	3,3137	1,3066	1,0824	0,7654	0,8284	0,9239	1,2071	8
9	6,1818	2,8925	3,2757	1,4619	1,0642	0,6840	0,7279	0,9397	1,3737	9
10	7,6942	2,9389	3,2492	1,6180	1,0515	0,6180	0,6498	0,9511	1,5388	10
12	11,196	3,0000	3,2154	1,9319	1,0353	0,5176	0,5359	0,9659	1,8660	12
15	17,642	3,0505	3,1883	2,4049	1,0223	0,4158	0,4251	0,9781	2,3523	15
16	20,109	3,0615	3,1826	2,5629	1,0196	0,3902	0,3978	0,9808	2,5137	16
20	31,569	3,0902	3,1677	3,1962	1,0125	0,3129	0,3168	0,9877	3,1569	20
24	45,575	3,1058	3,1597	3,8306	1,0086	0,2611	0,2633	0,9914	3,7979	24
32	81,225	3,1214	3,1517	5,1011	1,0048	0,1960	0,1970	0,9952	5,0766	32
48	183,08	3,1326	3,1461	7,6449	1,0021	0,1308	0,1311	0,9979	7,6285	48
64	325,69	3,1365	3,1441	10,190	1,0012	0,0981	0,0983	0,9988	10,178	64

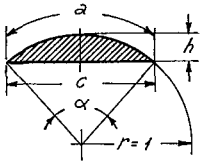
Contenuto di un serbatoio cilindrico a diversi livelli



F=fattore di convers. $=1000 (1/m^3)$
C=costante del serbat. $= F \quad r^2 \quad L$
Vt=volume tot. del serbatoio $=\pi \cdot C$
Vs=volume del segmento circolare con altezza $x = C \cdot A$
A,b = area e altezza unitaria del segmento circolare corrisp. *
V=volume del liquido da misurare= =Vs (se meno di meta) = Vt-Vs (se piu di meta)
Esempio per un serbatoio avente d = 1,6 m; r = 0,8 m; L = 2,25 m.
$C=1000 \cdot r^2 \cdot L=1000x0,8^2 x2,25= 1440;$
$Vt=\pi \cdot C=3,1416x1440=4523,9$ litri.
Misura di una quantita inferiore alla meta del serbatoio(x=0,437m) $h=0,437 \cdot 0,8=0,546;$ A (corrispondente) =0,695; $Vs=C \cdot A=1440x0,695=$ = 1000,8 litri.
Misura di una quantita superiore alla meta del serbatoio (y = 1 m) d-y =1,6-1=0,6; h =0,6:0,8=0,75; A (corrispondente) = 1,0753;
$Vs = C \cdot A = 1440x \ 1,0753 =1548,4$,
$V=Vt-Vs=4523,9-1548,4=2975,5$ litri
Misure per la eventuale graduazione di un'asta di misura. Esempi.
Serbatoio con 1000 litri (meno di meta) A1000:1440 = 0,694, h (corrispondente) = 0,546;
x = 0,8 x 0,546 = 0,437 m.
Serbatoio con 3000 litri(piu della meta)
A3000 = 4523,9-3000:1440 = 1,058, h (corrispondente) = 0,7412;
y= 0,8x 0,7412= 0,593; d- y= 1,6- - 0,593 = 1,007 m.
* I valori corrispondenti ad h e A possono essere rilevati dalla tabella: Segmento circolare (pagine seguenti) con buona approssimazione. Se necessaria maggior precisione, interpolare o calcolare direttamente.

Segmento circolare

Lunghezza dell'arco a, della corda c, della freccia h, area del segmento A. Angoli da 1° a 180° raggio = 1.Per raggi diversi da 1 moltiplicare i dati a, c, h, per il raggio dato e, il valore di A per il raggio al quadrato.



α	Lunghezza dell'arco a	Lunghezza della corda c	Altezza della freccia h	Area del segmento A
1	0,01745	0,01745	0,00004	0,00000
2	0,03491	0,03490	0,00015	0,00000
3	0,05236	0,05235	0,00034	0,00001
4	0,06981	0,06980	0,00061	0,00003
5	0,08727	0,08724	0,00095	0,00006
6	0,10472	0,10467	0,00137	0,00010
7	0,12217	0,12210	0,00186	0,00015
8	0,13963	0,13951	0,00243	0,00023
9	0,15708	0,15692	0,00308	0,00032
10	0,17453	0,17431	0,00380	0,00044
11	0,19199	0,19169	0,00460	0,00059
12	0,20944	0,20906	0,00548	0,00076
13	0,22689	0,22641	0,00643	0,00097
14	0,24435	0,24374	0,00745	0,00121
15	0,26180	0,26105	0,00855	0,00149
16	0,27925	0,27835	0,00973	0,00181
17	0,29671	0,29562	0,01098	0,00217
18	0,31416	0,31287	0,01231	0,00257
19	0,33161	0,33010	0,01371	0,00302
20	0,34907	0,34730	0,01519	0,00352
21	0,36652	0,36447	0,01674	0,00408
22	0,38397	0,38162	0,01837	0,00468
23	0,40153	0,39874	0,02007	0,00535
24	0,41888	0,41582	0,02185	0,00607
25	0,43633	0,43288	0,02370	0,00686
26	0,45379	0,44990	0,02563	0,00771
27	0,47124	0,46689	0,02763	0,00862
28	0,48869	0,48384	0,02970	0,00961
29	0,50615	0,50076	0,03185	0,01067
30	0,52360	0,51764	0,03407	0,01180
31	0,53105	0,53448	0,03637	0,01301
32	0,55851	0,55127	0,03874	0,01429
33	0,57596	0,56803	0,04118	0,01566
34	0,59341	0,58474	0,04369	0,01711
35	0,61068	0,60141	0,04628	0,01864
36	0,62832	0,61803	0,04894	0,02027
37	0,64577	0,63461	0,05168	0,02198
38	0,66323	0,65114	0,05448	0,02378
39	0,68068	0,66761	0,05736	0,02568
40	0,69813	0,68404	0,06031	0,02767
41	0,71559	0,70041	0,06333	0,02976
42	0,73304	0,71674	0,06642	0,03195
43	0,75049	0,73300	0,06958	0,03425
44	0,76795	0,74921	0,07282	0,03664
45	0,78540	0,76537	0,07612	0,03915
46	0,8029	0,7815	0,0795	0,04176
47	0,8203	0,7975	0,0829	0,04448
48	0,8378	0,8135	0,0865	0,04731
49	0,8552	0,8294	0,0900	0,05025
50	0,8727	0,8452	0,0937	0,05331
51	0,8901	0,8610	0,0974	0,05649
52	0,9076	0,8767	0,1012	0,05978
53	0,9250	0,8924	0,1051	0,06319
54	0,9425	0,9080	0,1090	0,06673
55	0,9599	0,9235	0,1130	0,07039
56	0,9774	0,9389	0,1171	0,07417
57	0,9948	0,9543	0,1212	0,07808
58	1,0123	0,9696	0,1254	0,08212
59	1,0193	0,9848	0,1296	0,08629
60	1,0472	1,0000	0,1340	0,09059
61	1,0647	1,0151	0,1384	0,09502
62	1,0821	1,0301	0,1428	0,09958
63	1,0996	1,0450	0,1474	0,10428
64	1,1170	1,0598	0,1520	0,10911
65	1,1345	1,0746	0,1566	0,11408
66	1 1519	1,0893	0,1613	0,11919
67	1,1694	1,1039	0,1661	0,12443
68	1,1868	1,1184	0,1710	0,12982
69	1,2043	1,1328	0,1759	0,13535
70	1,2217	1,1472	0,1808	0,14102
71	1,2392	1,1614	0,1859	0,14683
72	1,2566	1,1755	0,1910	0,15279
73	1,2741	1,1896	0,1961	0,15889
74	1,2915	1,2036	0,2014	0,16514
75	1,3090	1,2175	0,2066	0,17154
76	1,3265	1,2313	0,2120	0,17808
77	1,3439	1,2450	0,2174	0,18477
78	1,3614	1,2586	0,2229	0,19160
79	1,3788	1,2722	0,2284	0,19859
80	1,3963	1,2856	0,2340	0,20573
81	1,4137	1,2989	0,2396	0,21301
82	1,4312	1,3121	0,2453	0,22045

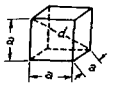
segue

segue· Segmento circolare

α	Lunghezza dell'arco a	Lunghezza della corda c	Altezza della freccia h	Area del segmento A	α	Lunghezza dell'arco a	Lunghezza della corda c	Altezza della freccia h	Area del segmento A
83	1,4486	1,3252	0,2510	0,22804	132	2,3038	1,8272	0,5933	0,7803
84	1,4661	1,3383	0,2569	0,23578	133	2,3213	1,8341	0,6013	0,7950
85	1,4835	1,3512	0,2627	0,24367	134	2,3387	1,8410	0,6093	0,8097
86	1,5010	1,3640	0,2686	0,25171	135	2,3562	1,8478	0,6173	0.8245
87	1,5184	1,3767	0,2746	0,25990	136	2,3736	1,8544	0,6254	0,8395
88	1,5359	1,3893	0,2807	0,26825	137	2,3911	1,8608	0,6335	0,8545
89	1,5533	1,4018	0,2867	0,27677	138	2,4086	1,8672	0,6416	0,8697
90	1,5708	1,4142	0,2929	0,28540	139	2,4260	1,8733	0,6498	0,8850
91	1,5882	1,4265	0,2991	0,2942	140	2,4435	1,8794	0,6580	0,9003
92	1,6057	1,4387	0,3053	0,3032	141	2,4609	1,8853	0,6662	0,9158
93	1,6232	1,4507	0,3116	0,3123	142	2,4784	1,8910	0,6744	0,9313
94	1,6406	1,4627	0,3180	0,3215	143	2,4958	1,9866	0,6827	0,9470
95	1,6580	1,4746	0,3244	0,3309	144	2,5133	1,9021	0,6010	0,9627
96	1,6755	1,4863	0,3309	0,3405	145	2,5307	1,9074	0,6993	0,9786
97	1,6930	1,4979	0,3374	0,3502	146	2,5482	1,9126	0,7076	0,9945
98	1,7104	1,5094	0,3439	0,3601	147	2,5656	1,9176	0,7160	1,0105
99	1,7279	1,5208	0,3506	0,3701	148	2,5831	1,9225	0,7244	1,0266
100	1,7453	1,5321	0,3572	0,3803	149	2,6005	1,9273	0,7328	1,0427
101	1,7628	1,5432	0,3639	0,3906	150	2,6180	1,9319	0,7412	1,0590
102	1,7802	1,5543	0,3707	0,4010	151	2,6554	1,9363	0,7496	1,0753
103	1,7977	1,5652	0,3775	0,4117	152	2,6529	1,9406	0,7581	1,0917
104	1,8151	1,5760	0,3843	0,4224	153	2,6704	1,9447	0,7666	1,1082
105	1,8326	1,5867	0,3912	0,4333	154	2,6878	1,9487	0,7750	1,1247
106	1,8500	1,5972	0,3982	0,4444	155	2,7063	1,9526	0,7836	1,1413
107	1,8675	1,6077	0,4052	0,4556	156	2,7227	1,9563	0,7921	1,1580
108	1,8850	1,6180	0,4122	0,4669	157	2,7402	1,9598	0,8006	1,1747
109	1,9024	1,6282	0,4193	0,4784	158	2,7576	1,9632	0,8092	1,1915
110	1,9198	1,6383	0,4264	0,4901	159	2,7751	1,9665	0,8178	1,2083
111	1,9373	1,6483	0,4336	0,5019	160	2,7925	1,9696	0,8264	1,2252
112	1,9548	1,6581	0,4408	0,5138	161	2,8100	1,9726	0,8350	1,2422
113	1,9722	1,6678	0,4481	0,5259	162	2,8274	1,9754	0,8436	1,2592
114	1,9897	1,6773	0,4554	0,5381	163	2,8449	1,9780	0,8522	1,2763
115	2,0071	1,6868	0,4627	0,5504	164	2,8623	1,9805	0,8608	1,2933
116	2,0246	1,6961	0,4701	0,5629	165	2,8798	1,9829	0,8695	1,3105
117	2,0420	1,7053	0,4775	0,5755	166	2,8972	1,9851	0,8781	1,3277
118	2,0595	1,7143	0,4850	0,5883	167	2,9147	1,9871	0,8868	1,3449
119	2,9769	1,7233	0,4925	0,6012	168	2,9322	1,9890	0,8855	1,3621
120	2,0944	1,7321	0,5000	0,6142	169	2,9496	1,9908	0,9042	1,3794
121	2,1118	1,7407	0,5076	0,6273	170	2,9671	1,9924	0,9128	1,3967
122	2,1293	1,7492	0,5152	0,6406	171	2,9845	1,9938	0,9215	1,4140
123	2,1468	1,7576	0,5228	0,6540	172	3,0020	1,9951	0,9302	1,4314
124	2,1642	1,7659	0,5305	0,6676	173	3,0194	1,9963	0,9390	1,4488
125	2,1817	1,7740	0,5383	0,6812	174	3,0369	1,9973	0,9477	1,4662
126	2,1991	1,7820	0,5460	0,6950	175	3,0543	1,9981	0,9564	1,4836
127	2,2166	1,7899	0,5538	0,7090	176	3,0718	1,9988	0,9651	1,5010
128	2,2340	1,7976	0,5616	0,7230	177	3,0892	1,9993	0,9738	1,5185
129	2,2515	1,8052	0,5695	0,7372	178	3,1067	1,9997	0,9825	1,5359
130	2,2689	1,8126	0,5774	0,7514	179	3,1241	1,9999	0,9913	1,5533
131	2,2864	1,8199	0,5853	0,7658	180	3,1416	2,0000	1,0000	1,5708

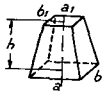
Superfici e volumi dei corpi solidi

M = superficie del mantello, A = superficie totale, V = volume



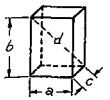
$A = 6\,a^2$
$V = a^3$
$a = \sqrt[3]{V}$
$d = a\sqrt{3}$
d = diagonale

Cubo



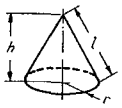
M = somma area di 4 trapezi
$V = \frac{h}{6}\left[(2a+a_1)\,b + (2a_1+a)\,b_1\right]$

Obelisco



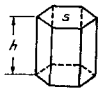
$A = 2(ab+ac+bc)$
$V = a\,b\,c$
$a = V{:}bc$; $b = V{:}ac$
$c = V\ \ ab$
$d = \sqrt{a^2+b^2+c^2}$
d = diagonale

Parallelepipedo rettangolo



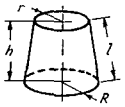
$M = \pi r\sqrt{r^2+h^2} = \pi r l$
$V = 1{,}0472\ r^2 h$
$l = \sqrt{r^2+h^2}$

Cono retto



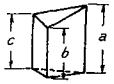
S = area base (formule nelle pag. precedenti
V = hs

Prisma



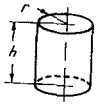
$M = \pi l(R+r)$
$V = 1{,}0472h\ (R^2 + Rr + r^2)$
$l = \sqrt{h^2+(R-r)^2}$

Tronco di cono a basi parallele



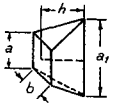
M = somma area di 3 trapezi
S = area sez. retta
$V = S\,\frac{a+b+c}{3}$

Prisma triangolare obliquo



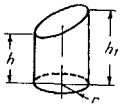
$M = 2\,\pi\,r\,h$
$A = 2\,\pi\,r\,(r+h)$
$V = \pi r^2 h$

Cilindro retto



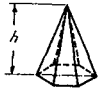
M = somma area di 2 trapezi e 2 triangoli
$V = \frac{h}{6}\,(2a + a_1)\,b$

Cuneo



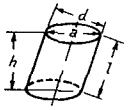
$M = \pi r\,(h+h_1)$
$V = \pi r^2\,\frac{h+h_1}{2} = 1{,}5708r^2\,(h+h_1)$

Cilindro retto a sezione obliqua



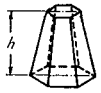
(base di n lati)
M = somma area di n triangoli isosceli
$V = \frac{1}{3}\,h$ area base

Piramide regolare



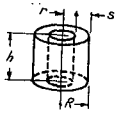
$M = d\,\pi\,l$
$A = M+2\,(0{,}7854ad)$
$V = r^2\,l\,\pi = 0{,}7854\,a\,d\,h$
$(r = d\ \ 2)$

Cilindro obliquo a basi parallele



A ¢ B = area basi
M = somma area di n trapezi
$V = \frac{h}{3}\,(A+B+\sqrt{AB})$

Tronco di piramide a basi parall.



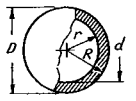
$M = 2\,\pi\,h\,(R + r)$
$V = \pi h\,(R^2 - r^2) = \pi hs\,(2R-s) = \pi hs\,(2r+s) = \pi hs\,(R + r)$

Cilindro cavo

segue

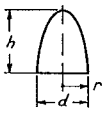
Superfici e volumi dei corpi solidi

M = superficie del mantello, A = superficie totale, V = volume



Sfera
$A = \pi D^2$
$V = (\pi D^3) \quad 6$
Sfera cava
$V = \pi \quad 6 \ (D^3 - d^3)$

Sfera - Sfera cava

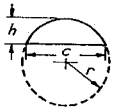


$A = \frac{2\pi}{3p}\left[\sqrt{\left(\frac{d^2}{4}+p^2\right)}^{\,3} - p^3\right]$

dove $p = \frac{d^2}{8h}$

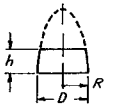
$V = 1/2\,\pi\, r^2\, h =$
$= 0{,}3927\ d^2\ h$

Paraboloide



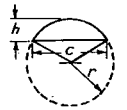
$M = 2\pi rh = \pi(c^2 \cdot 4 + h^2)$
$c = 2\sqrt{h\ (2r-h)}$
$r = (c^2 + 4h^2) \quad 8h$
$V = \pi h^2\,(r - h:3) =$
$= \pi h\,(c^2 : 8 + h^2 : 6)$

Segmento sferico



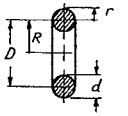
$V = 1/2\pi h\,(R^2 + r^2) =$
$= 1{,}5708\,(R^2 + r^2) =$
$= 1/8h\ (D^2 + d^2) =$
$= 0{,}3927h\,(D^2 + d^2)$

Segmento di paraboloide



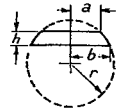
$A = \pi r\ (2h + 0{,}5c)$
$c = 2\sqrt{h\ (2r - h)}$
$V = (2\pi r^2 h) \quad 3 =$
$= 2{,}0944\ r^2\ h$

Settore sferico



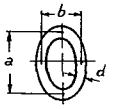
$A = 4\ \pi^2 R\ r =$
$= 39{,}478\ Rr =$
$= 9{,}8696\ D\ d$
$V = 2\ \pi^2 Rr^2 =$
$= 19{,}739\ R\ r^2 =$
$= 2{,}4674\ D\ d^2$

Anello circolare o toro



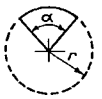
$M = 2\ \pi\ r\ h$
$V = \frac{1}{6}\pi h\,(3a^2 + 3b^2 + h^2)$
$r = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b^2 - a^2 - h^2}{2h}\right)^2}$

Zona sferica



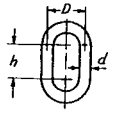
$A = \pi^2 d\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$
$V = \frac{\pi^2}{4} d^2 \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$

Anello ellittico od ovale



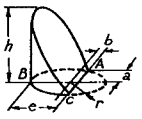
$M = \frac{\alpha}{360}\ 4\ \pi\ r^2 =$
$= 0{,}0349\ \alpha\ r^2$
$V = \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{4\pi r^3}{3} =$
$= 0{,}011636\ \alpha\ r^3$

Cuneo sferico



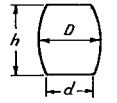
$A = \pi^2 Dd + 2\pi hd =$
$= 9{,}8696Dd + 2\pi hd$
$V = \frac{\pi}{4}\ d^2\ (\pi D + 2h) =$
$= 0{,}7854d^2\ (\pi D + 2h)$

Anello allung. a teste semicirc.



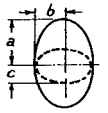
S = sup. cil. $S = (a \cdot 2r \pm b \cdot \widehat{ABC}) \cdot h : (r \pm b)$
$V = (2/3 \cdot a^3 \pm b \cdot$ area base $ABC) \cdot h : (r \pm b)$
usare-per e < di r
Per $e = r \cdot \quad s = 2rh$
$v = 2/3r^2 h$

Unghia cilindr.



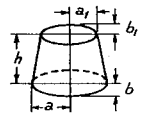
$V = 0{,}087h\,(2D + d)^2$
ellittica:
$V = 0{,}087h\,(A + B + \frac{a+b}{2})^2$
A,B=assi sez.media
a,b=assi sez.fondi

Botte circolare o ellittica



$V = \frac{4\pi}{3}\ a\ b\ c =$
$= 4{,}1888\ a\ b\ c$
di rivoluzione
dove $\quad = c$
$V = 4{,}1888\ a\ b^2$

Ellissoide



$V = \frac{\pi h}{6}\left[2\,(ab + a_1 b_1) + ab_1 + a_1\, b\right]$

Tino a basi ellittiche dissimili

Misure angolari

- Gradi sessagesimali -

L'unita di misura e il grado 90esima parte dell'angolo retto e 360esima parte dell'angolo giro. Si divide in 60 primi e ogni primo in 60 secondi, i valori inferiori a 1 secondo vengono espressi in decimali di secondo. Un angolo di 18 gradi, 42 primi, 16 secondi e 27 cent. di secondo si scrive 18°42'16,27"

Nei calcoli e sempre conveniente esprimere primi e secondi in numero decimale di grado.

Per effettuare la trasformazione, si moltiplica i primi per 60. Al risultato si aggiungano i secondi e gli eventuali cent. di secondo.

Esempio - Trasformare in numero decimale 42'16,27"

42x60 = 2520; 2520+16,27=2536,27, 2536,27 3600 = 0,7045194.

Con le tabelle di conversione il calcolo si riduceva ad una addizione.

Con la calcolatrice scientifica, il calcolo e rapido e completo.

Numero decimale di 42'16,27"

0,421627 → DEG 0,704519444.

Inversamente, per trasformare una frazione decimale di grado in primi e secondi, si moltiplica detta frazione per 60 e si hanno i primi, la parte decimale si moltiplica ancora per 60 e si ottengono i secondi e i decimali.

Esempio - Ridurre in numero complesso

36°,27645; 0,27645x60=16,587 (16')

0,587 x 60 = 35,22 (35,22")

Pertanto 36°,27645 = 36°16'35,22"

Con la calcolatrice - 36,27645 → DMS 36,163522 = 36°16'35,22"

- Gradi centesimali -

1 grado centesimale = π 200 rad.

-Conversioni-(Calcolatrice EL545)

Gr. cent. - gr sessag.(modoGrad)

1 F DRG▸ 0,9 F → DMS 0,54(0°54')

Gr. cent. - rad

1 F DRG▸ F DRG▸ 0,015707963

Gr. sessag. - gr. cent. (modoDEG)

1 F DRG▸ F DRG▸ 1,111111111

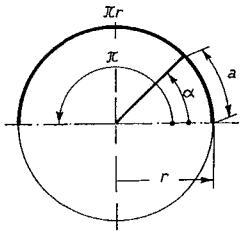
0,01-DEG F DRG▸F DRG▸ 0,018518518

0,0001-DEG F DRG▸F DRG▸ 0,000308641

Rad - gr cent. (modoRAD)

1 F DRG▸ 63,66197724

- Radianti -



Unita di misura e il radiante, cioe l'angolo che intercetta sopra ogni cerchio avente il centro nel suo vertice, un arco di lunghezza uguale al raggio. I sottomultipli sono espressi in decimali. Poiche la lunghezza della semicirconferenza e πr, la misura dell'angolo piatto e π radianti. Dato un angolo al centro qualsiasi, indicando con α la sua ampiezza in radianti, con a la lunghezza dell'arco, si ha la proporz.

α π = a πr da cui si ricavano le formule:

α = a r; a = rα , r = a α

Esempio - Calcolare la lunghezza dell'arco di cerchio con r = 30 e α = 45° 45° = π rad; α = 30 x x (π:4) = 23,562. Con la calcol.

30 x 45 = F DRG▸ 23,5619449

- Conversione -

Dalla relazione π rad = 180° si ricavano le formule di passaggio da un sistema all'altro:

α α° = π 180 da cui.

α = π 180 = 0,0174533

α° = 180 π = 57,29578.

Con la calcolatrice

α = Fπ 180 = 0,017453292

α° = 180 Fπ = 57,29577951

L'angolo unitario, ossia 1 radiante espresso in gradi e 180:π = 57° 17'44,8" L'angolo di 1 grado espresso in radianti e π 180 = = 0,0174553 radianti

1' = π (180x60)rad = 0,00029089

1"=π.(180x3600)rad = 0,000004848.

Con la calcolatrice:

1° = Fπ 180 = 0,017453292

1' = 0,01 →DEG F DRG▸ =0,000290888

1"=0,0001 →DEG F DRG▸ =0,000004848

Equivalenza delle unita angolari

gradi	primi	secondi	millesimi esatti	millesimi convenz.	gradi centesim.
1	60	3600	17,45329	17,77777	1,11111
2	120	7200	34,90658	35,55554	2,22222
3	180	10800	52,53987	53,33331	3,33333
4	240	14400	69,81316	71,11108	4,44444
5	300	18000	87,26645	88,88885	5,55555
6	360	21600	104,71974	106,66662	6,66667
7	420	25200	122,17303	124,44439	7,77778
8	480	28800	139,62632	142,22216	8,88889
9	540	32400	157,07961	159,99993	10,00000
0,01667	1	60	0,29089	0,29630	0,01852
0,03333	2	120	0,58177	0,59259	0,03704
0,05000	3	180	0,87266	0,88889	0,05555
0,06667	4	240	1,11355	1,18518	0,07407
0,08333	5	300	1,45444	1,48148	0,09259
0,10000	6	360	1,74533	1,77778	0,11111
0,11667	7	420	2,03622	2,07407	0,12963
0,13333	8	480	2,32711	2,37037	0,14815
0,15000	9	540	2,61799	2,66666	0,16667
0,00028	0,01667	1	0,00485	0,00494	0,00031
0,00056	0,03333	2	0,00970	0,00988	0,00062
0,00083	0,05000	3	0,01454	0,01481	0,00093
0,00111	0,06667	4	0,01939	0,01975	0,00123
0,00139	0,08333	5	0,02424	0,02469	0,00154
0,00167	0,10000	6	0,02909	0,02963	0,00185
0,00194	0,11667	7	0,03394	0,03457	0,00216
0,00222	0,13333	8	0,03333	0,03951	0,00247
0,00250	0,15000	9	0,04363	0,04444	0,00278
0,05730	3,43775	206,26482	1	1,01859	0,06366
0,11459	6,87549	412,52963	2	2,03718	0,12734
0,17189	10,31324	618,79445	3	3,05577	0,19099
0,22918	13,75099	825,05926	4	4,07437	0,25465
0,28648	17,18873	1031,32408	5	5,09296	0,31831
0,34377	20,62648	1237,58890	6	6,11156	0,38197
0,40107	24,06423	1443,85371	7	7,13014	0,44563
0,45837	27,50197	1650,11853	8	8,14873	0,50929
0,51566	30,93972	1856,38334	9	9,16732	0,57296
0,05625	3,37500	202,50000	0,98175	1	0,06250
0,11250	6,75000	405,00000	1,96349	2	0,12500
0,16875	10,12500	607,50000	2,94524	3	0,18750
0,22500	13,50009	810,00000	3,92699	4	0,25000
0,28125	16,87500	1012,50000	4,90874	5	0,31250
0,33750	20,25000	1215,00000	5,89049	6	0,37500
0,39375	23,62500	1417,50000	6,87223	7	0,43750
0,45000	27,00000	1620,00000	7,85398	8	0,50000
0,50625	30,37500	1822,50000	8,83573	9	0,56250
0,90000	54	3240	15,70796	16	1
1,80000	108	6480	31,41592	32	2
2,70000	162	9720	47,12389	48	3
3,60000	216	12960	62,83185	64	4
4,50000	270	16200	78,53981	80	5
5,40000	324	19440	94,24777	95	6
6,30000	378	22680	109,95574	112	7
7,20000	432	25920	125,66370	128	8
8,10000	486	29160	141,37166	144	9

Funzioni dell'evolvente

La evolvente di un cerchio e la curva descritta dall'estremita di una linea retta che e sviluppata dalla circonferenza del cerchio stesso.

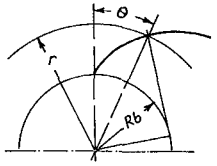


Fig. 1 -

Rb = raggio di base
θ = angolo vettoriale
r = lunghezza del raggio vettore

$$\theta = \frac{\sqrt{r^2 - Rb^2}}{Rb} - \text{arc tg}\,\frac{\sqrt{r^2 - Rb^2}}{Rb}$$

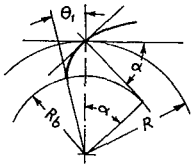


Fig. 2 -

R = raggio del passo
α = angolo di pressione in R
θ1 = angolo vettoriale in R

$$\theta_1 = \text{tg}\,\alpha - \text{arc}\,\alpha = \text{inv}\,\alpha$$
$$Rb = R \cos \alpha$$

Formula risolutiva dell'evolvente

inv α ≈ tg α - α (con α espresso in radianti)

inv α = tg α - π α 180 (con α espresso in gradi)

Queste formule rendono facile il calcolo del valore inv α per ogni valore dell'arco; basta infatti eseguire la differenza fra la tangente trigonometrica e la misura in radianti dell'arco in esame.
Esempio di ricerca dell'inv α di un arco di 17°
tg 17°-(π · 17).180 = 0,305730681- - 0,296705972 + 0,009024709.

Ricercare l' ampiezza dell'arco quando e noto il valore dell'inv, presenta notevoli difficolta, se non si dispone di una calcolatrice scientifica di notevole complessita e costo.
Con l'aiuto della tabella (funzioni dell'evolvente) ed eventuale interpolazione, si puo trovare l'ampiezza dell'arco con sufficiente approssimazione.
- Esempio -
Trovare l'arco x la cui involuta e 0,00692232
Dalla tabella si nota che detto valore e compreso tra 15°35' e 15°36'

inv 15°35' = 0,006933653
inv 15°36' = 0,006911002

Interpolazione
(0,00692232 - 0,006911002)
(0,006933653 - 0,006911002) x x 60 = 29,98" (arrot. a 30")

x = 15°36'30"

Verifica inv di 15°35'30"
15,3530 → DEG tg - 15,3530 F → DRG ▸ = 0,006922321

I valori inv si usano nella trigonometria dell'evolvente e in varie formule relative al calcolo e alle misurazioni di collaudo delle ruote dentate.

Costruzione (grafica) dell'evolvente (Figura 3)
Da P si stabiliscono porzioni di archi uguali PA, AB, BC, ecc. si tracciano le tangenti alla circonferenza nei punti A, B, C, ecc e su di esse si portano i segmenti A1, B2, C3, ecc. uguali rispettivamente alle lunghezze degli archi PA, PB, PC, ecc.

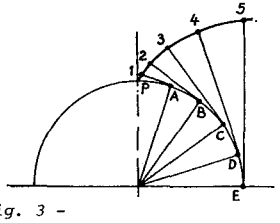


Fig. 3 -

segue

Funzioni dell'evolvente

'	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°
0	,0049819	,0061498	,0074927	,0090247	,010760	,012715	,014904	,017345
1	,0050000	,0061707	,0075166	,0090519	,010791	,012750	,014943	,017388
2	,0050182	,0061917	,0075406	,0090792	,010822	,012784	,014982	,017431
3	,0050364	,0062127	,0075647	,0091065	,010853	,012819	,015020	,017474
4	,0050546	,0062337	,0075888	,0091339	,010884	,012854	,015059	,017517
5	,0050729	,0062548	,0076130	,0091614	,010915	,012888	,015098	,017560
6	,0050912	,0062760	,0076372	,0091889	,010946	,012923	,015137	,017603
7	,0051096	,0062972	,0076614	,0092164	,010977	,012958	,015176	,017647
8	,0051280	,0063184	,0076857	,0092440	,011008	,012993	,015215	,017690
9	,0051465	,0063397	,0077101	,0092717	,011039	,013028	,015254	,017734
10	,0051650	,0063611	,0077345	,0092995	,011071	,013063	,015293	,017777
11	,0051835	,0063825	,0077590	,0093272	,011102	,013098	,015333	,017831
12	,0052022	,0064039	,0077835	,0093551	,011133	,013134	,015372	,017865
13	,0052208	,0064254	,0078081	,0093830	,011165	,013169	,015411	,017908
14	,0052395	,0064470	,0078327	,0094109	,011196	,013204	,015451	,017952
15	,0052582	,0064686	,0078574	,0094390	,011228	,013240	,015490	,017996
16	,0052770	,0064902	,0078822	,0094670	,011260	,013275	,015530	,018040
17	,0052958	,0065119	,0079070	,0094952	,011291	,013311	,015570	,018084
18	,0053147	,0065337	,0079318	,0095234	,011323	,013346	,015609	,018129
19	,0053336	,0065555	,0079567	,0095516	,011355	,013382	,015649	,018173
20	,0053526	,0065773	,0079817	,0095799	,011387	,013418	,015689	,018217
21	,0053716	,0065992	,0080067	,0096083	,011419	,013454	,015729	,018262
22	,0053907	,0066211	,0080317	,0096367	,011451	,013490	,015769	,018306
23	,0054098	,0066431	,0080568	,0096652	,011483	,013526	,015809	,018351
24	,0054290	,0066652	,0080820	,0096937	,011515	,013562	,015850	,018395
25	,0054482	,0066873	,0081072	,0097223	,011547	,013598	,015890	,018440
26	,0054674	,0067094	,0081325	,0097510	,011580	,013634	,015930	,018485
27	,0054867	,0067316	,0081578	,0097797	,011612	,013670	,015971	,018530
28	,0055060	,0067539	,0081832	,0098085	,011644	,013707	,016011	,018575
29	,0055254	,0067762	,0082087	,0098373	,011677	,013743	,016052	,018620
30	,0055448	,0067985	,0082342	,0098662	,011709	,013779	,016092	,018665
31	,0055643	,0068209	,0082597	,0098951	,011742	,013816	,016133	,018710
32	,0055838	,0068434	,0082853	,0099241	,011775	,013852	,016174	,018755
33	,0056034	,0068659	,0083110	,0099532	,011807	,013889	,016215	,018800
34	,0056230	,0068884	,0083367	,0099823	,011840	,013926	,016255	,018846
35	,0056427	,0069110	,0083625	,010012	,011873	,013963	,016296	,018891
36	,0056624	,0069337	,0083883	,010041	,011906	,013999	,016337	,018937
37	,0056822	,0069564	,0084142	,010070	,011939	,014036	,016379	,018983
38	,0057020	,0069791	,0084401	,010099	,011972	,014073	,016420	,019028
39	,0057218	,0070119	,0084661	,010129	,012005	,014110	,016461	,019074
40	,0057417	,0070248	,0084921	,010158	,012038	,014148	,016502	,019120
41	,0057617	,0070477	,0085182	,010188	,012071	,014185	,016544	,018166
42	,0057817	,0070706	,0085444	,010217	,012105	,014222	,016585	,019212
43	,0058017	,0070936	,0085706	,010247	,012138	,014259	,016627	,019258
44	,0058218	,0071167	,0085969	,010277	,012172	,014297	,016669	,019304
45	,0058420	,0071398	,0086232	,010307	,012205	,014334	,016710	,019350
46	,0058622	,0071630	,0086496	,010336	,012239	,014372	,016752	,019397
47	,0058824	,0071862	,0086760	,010366	,012272	,014409	,016794	,019443
48	,0059028	,0072095	,0087025	,010396	,012306	,014447	,016836	,019490
49	,0059230	,0072328	,0087290	,010426	,012340	,014485	,016878	,019536
50	,0059434	,0072561	,0087556	,010456	,012373	,014523	,016920	,019583
51	,0059638	,0072796	,0087823	,010486	,012407	,014560	,016962	,019630
52	,0059843	,0073030	,0088090	,010517	,012441	,014598	,017004	,019676
53	,0060048	,0073266	,0088358	,010547	,012475	,014636	,017047	,019723
54	,0060254	,0073501	,0088626	,010577	,012509	,014674	,017089	,019770
55	,0060460	,0073738	,0088895	,010608	,012543	,014713	,017132	,019817
56	,0060667	,0073975	,0089164	,010638	,012578	,014751	,017174	,019864
57	,0060874	,0074212	,0089434	,010669	,012612	,014789	,017217	,019912
58	,0061081	,0074450	,0089705	,010699	,012646	,014827	,017259	,019959
59	,0061289	,0075688	,0089976	,010730	,012681	,014866	,017302	,020007
60	,0061498	,0074927	,0090247	,010760	,012715	,014904	,017345	,020054

segue

segue: Funzioni dell'evolvente

'	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	'
0	,020054	,023049	,026350	,029975	,033947	,038287	,043017	,048164	0
1	,020101	,023102	,026407	,030039	,034013	,038362	,043199	,048253	1
2	,020149	,023154	,026465	,030102	,034086	,038438	,043182	,048343	2
3	,020197	,023207	,026523	,030166	,034155	,038514	,043264	,048432	3
4	,020244	,023259	,026581	,030229	,034235	,038590	,043347	,048164	4
5	,020292	,023312	,026639	,030293	,034294	,038666	,043430	,048612	5
6	,020340	,023365	,026697	,030357	,034364	,038742	,043513	,048702	6
7	,020388	,023418	,026756	,030420	,034434	,038818	,043596	,048792	7
8	,020436	,023471	,026814	,030484	,034504	,038894	,043679	,048883	8
9	,020484	,023524	,026872	,030549	,034574	,038971	,043762	,048973	9
10	,020533	,023577	,026931	,030613	,034644	,039047	,043845	,049064	10
11	,020581	,023631	,026989	,030677	,034714	,039124	,043292	,049154	11
12	,020629	,023684	,027048	,030741	,034785	,039201	,044012	,049245	12
13	,020678	,023738	,027107	,030806	,034855	,039278	,044096	,049336	13
14	,020726	,023791	,027166	,030870	,034926	,039355	,044180	,049427	14
15	,020775	,023845	,027225	,030935	,034997	,039432	,044264	,049518	15
16	,020824	,023899	,027284	,031000	,035067	,030509	,044384	,049609	16
17	,020873	,023952	,027343	,031065	,035138	,039586	,044432	,049701	17
18	,020921	,034006	,027402	,031130	,035209	,039664	,044516	,049792	18
19	,020970	,024060	,027462	,031195	,035280	,039741	,044601	,049884	19
20	,021019	,024114	,027521	,031260	,035352	,039819	,044685	,049976	20
21	,021069	,024169	,027581	,031325	,035423	,039897	,044770	,050068	21
22	,021118	,024223	,027640	,031390	,035494	,039974	,044855	,050160	22
23	,021167	,024277	,027700	,031456	,035566	,040052	,044939	,050252	23
24	,021217	,024332	,027760	,031521	,035637	,040131	,045024	,050344	24
25	,021266	,024386	,027820	,031587	,035709	,040209	,045110	,050437	25
26	,021316	,024441	,027880	,031653	,035781	,040287	,045195	,050529	26
27	,021365	,024495	,027940	,031718	,035853	,040366	,045280	,050622	27
28	,021415	,024550	,028000	,031784	,035925	,040444	,045366	,050715	28
29	,021465	,024605	,028060	,031850	,035997	,040523	,045451	,050808	29
30	,021514	,024660	,028121	,031917	,036069	,040602	,045537	,050901	30
31	,021564	,024715	,028181	,031983	,036142	,040680	,045623	,050994	31
32	,021614	,024770	,028242	,032049	,036214	,040759	,045709	,051087	32
33	,021665	,024825	,020302	,032116	,036287	,040839	,045795	,051181	33
34	,021715	,024881	,028363	,032182	,036359	,040918	,045881	,051274	34
35	,021765	,024936	,028424	,032249	,036432	,040997	,045967	,051368	35
36	,021815	,024992	,028485	,032315	,036505	,041076	,046054	,051462	36
37	,021866	,025047	,028546	,032382	,036578	,041156	,046140	,051556	37
38	,021916	,025103	,028607	,032449	,036651	,041236	,046227	,051650	38
39	,021967	,025159	,028668	,032516	,036724	,041316	,046313	,051744	39
40	,022018	,025214	,028729	,032583	,036798	,041395	,046400	,051838	40
41	,022068	,025270	,028791	,032651	,036871	,041475	,046487	,051933	41
42	,022119	,025326	,028852	,032718	,036945	,041556	,046575	,052027	42
43	,022170	,025382	,028914	,032785	,037018	,041636	,046662	,052122	43
44	,022221	,025439	,028976	,032853	,037092	,041716	,046749	,052217	44
45	,022272	,025495	,029037	,032920	,037166	,041797	,046837	,052312	45
46	,022324	,025551	,029099	,032988	,037240	,041877	,046924	,052407	46
47	,022375	,025608	,029161	,033056	,037314	,041958	,047012	,052502	47
48	,022426	,025664	,029223	,033124	,037388	,042039	,047100	,052597	48
49	,022478	,025721	,029285	,033192	,037462	,042120	,047188	,052693	49
50	,022529	,025777	,029348	,033260	,037537	,042201	,047276	,052788	50
51	,022581	,025834	,029410	,033328	,037611	,042282	,047364	,052884	51
52	,022633	,025891	,029472	,033397	,037686	,042363	,047452	,052980	52
53	,022684	,025948	,029535	,033465	,037761	,042444	,047541	,053076	53
54	,022736	,026005	,029598	,033534	,037835	,042526	,047630	,053172	54
55	,022788	,026062	,029660	,033602	,037910	,042607	,047718	,053268	55
56	,022840	,026120	,029723	,033671	,037985	,042689	,047808	,053365	56
57	,022892	,026177	,029786	,033740	,038060	,042771	,047896	,053461	57
58	,022944	,026235	,029849	,033809	,038136	,042853	,047985	,053558	58
59	,022997	,026293	,029912	,033878	,038211	,042935	,048074	,053655	59
60	,023049	,026350	,029975	,033947	,038287	,043017	,048164	,053751	60

segue

segue: Funzioni dell'evolvente

'	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	'
0	,053751	,059809	,066364	,073449	,081097	,089342	,098224	,10778	0
1	,053849	,059914	,066478	,073572	,081229	,089485	,098378	,10795	1
2	,053946	,060019	,066591	,073695	,081362	,089628	,098532	,10811	2
3	,054043	,060124	,066705	,073818	,081494	,089771	,098686	,10828	3
4	,054140	,060230	,066819	,073941	,081627	,089914	,098840	,10844	4
5	,054238	,060335	,066934	,074064	,081760	,090058	,098994	,10861	5
6	,054336	,060441	,067048	,074188	,081894	,090201	,099149	,10878	6
7	,054433	,060547	,067163	,074312	,082027	,090345	,099304	,10894	7
8	,054531	,060663	,067277	,074435	,082161	,090489	,099459	,10911	8
9	,054629	,060759	,067392	,074559	,082294	,090633	,099614	,10928	9
10	,054728	,060866	,067507	,074684	,082428	,090777	,099769	,10944	10
11	,054826	,060972	,067622	,074808	,082562	,090922	,099925	,10961	11
12	,054924	,061079	,067738	,074932	,082697	,091067	,10008	,10978	12
13	,055023	,061186	,067853	,075057	,082831	,091211	,10024	,10995	13
14	,055122	,061292	,067969	,075182	,082966	,091356	,10039	,11011	14
15	,055221	,061400	,068084	,075307	,083100	,091502	,10055	,11028	15
16	,055320	,061507	,068200	,075432	,083235	,091647	,10070	,11045	16
17	,055419	,061614	,068316	,075557	,083371	,091793	,10086	,11062	17
18	,055518	,061721	,068432	,075683	,083506	,091938	,10102	,11079	18
19	,055617	,061829	,068549	,075808	,083641	,092084	,10118	,11096	19
20	,055717	,061937	,068665	,075934	,083777	,092230	,10133	,11113	20
21	,055817	,062045	,068782	,076060	,083913	,092377	,10149	,11130	21
22	,055916	,062153	,068899	,076186	,084049	,092523	,10165	,11146	22
23	,056016	,062261	,069016	,076312	,084185	,092670	,10181	,11163	23
24	,056116	,062369	,069133	,076439	,084321	,092816	,10196	,11180	24
25	,056217	,062478	,069250	,076565	,084457	,092963	,10212	,11197	25
26	,056317	,062586	,069367	,076692	,084594	,093111	,10228	,11215	26
27	,056417	,062695	,069485	,076819	,084731	,093258	,10244	,11232	27
28	,056518	,062804	,069602	,076946	,084868	,093406	,10260	,11249	28
29	,056619	,062913	,069720	,077073	,085005	,093553	,10276	,11266	29
30	,056720	,063022	,069838	,077200	,085142	,093701	,10292	,11283	30
31	,056821	,063131	,069951	,077328	,085280	,093849	,10308	,11300	31
32	,056922	,063241	,070075	,077455	,085418	,093998	,10323	,11317	32
33	,057023	,063350	,070193	,077583	,085555	,094146	,10339	,11334	33
34	,057124	,063460	,070312	,077711	,085693	,094295	,10355	,11352	34
35	,057226	,063570	,070430	,077839	,085832	,094443	,10371	,11369	35
36	,057328	,063680	,070549	,077968	,085970	,094592	,10388	,11386	36
37	,057429	,063790	,070668	,078096	,086108	,094742	,10404	,11403	37
38	,057531	,063901	,070787	,078225	,086247	,094891	,10420	,11421	38
39	,057633	,064011	,070907	,078354	,086386	,095041	,10436	,11438	39
40	,057736	,064122	,071026	,078483	,086525	,095190	,10452	,11455	40
41	,057838	,064232	,071146	,078612	,086664	,095340	,10468	,11473	41
42	,057940	,064343	,071266	,078741	,086804	,095490	,10484	,11490	42
43	,058043	,064454	,071386	,078871	,086943	,095641	,10500	,11507	43
44	,058146	,064565	,071506	,079000	,087083	,095791	,10516	,11525	44
45	,058249	,064677	,071626	,079130	,087223	,095942	,10533	,11542	45
46	,058352	,064788	,071747	,079270	,087363	,096093	,10549	,11560	46
47	,058455	,064900	,071867	,079390	,087503	,096244	,10565	,11577	47
48	,058558	,065012	,071988	,079520	,087644	,096395	,10581	,11595	48
49	,058662	,065123	,072109	,079651	,087784	,096546	,10598	,11612	49
50	,058765	,065236	,072230	,079781	,087925	,096698	,10614	,11630	50
51	,058869	,065348	,072351	,079912	,088066	,096850	,10630	,11647	51
52	,058973	,065460	,072473	,080043	,088207	,097002	,10647	,11665	52
53	,059077	,065573	,072594	,080174	,088348	,097154	,10663	,11682	53
54	,059181	,065685	,072716	,080306	,088490	,097306	,10679	,11700	54
55	,059285	,065798	,072838	,080437	,088631	,097459	,10696	,11718	55
56	,059390	,065911	,072959	,080569	,088773	,097611	,10712	,11735	56
57	,059494	,066024	,073082	,080700	,088015	,097794	,10729	,11753	57
58	,059599	,066137	,073204	,080832	,089057	,097917	,10745	,11771	58
59	,059704	,066250	,073326	,080964	,089200	,098071	,10762	,11788	59
60	,059809	,066364	,073449	,081097	,089342	,098224	,10778	,11806	60

segue

segue: Funzioni dell'evolvente

'	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	'
0	,11806	,12911	,14097	,15370	,16737	,18202	,19774	,21460	,23268	,25206	,27285	0
1	,11824	,12930	,14117	,15392	,16760	,18228	,19802	,21489	,23299	,25240	,27321	1
2	,11842	,12949	,14138	,15414	,16784	,18253	,19829	,21518	,23330	,25273	,27357	2
3	,11858	,12968	,14158	,15436	,16807	,18278	,19856	,21548	,23362	,25307	,27393	3
4	,11877	,12987	,14179	,15458	,16831	,18304	,19883	,21577	,23393	,25341	,27429	4
5	,11895	,13006	,14200	,15480	,16855	,18329	,19910	,21606	,23424	,25374	,27465	5
6	,11913	,13025	,14220	,15503	,16879	,18355	,19910	,21635	,23456	,25408	,27501	6
7	,11931	,13045	,14241	,15552	,16902	,18380	,19965	,21665	,23487	,25442	,27538	7
8	,11949	,13064	,14261	,15547	,16926	,18406	,19992	,21694	,23519	,25475	,27574	8
9	,11957	,13083	,14282	,15569	,16950	,18431	,20020	,21723	,23550	,25509	,27610	9
10	,11985	,13102	,14303	,15591	,16974	,18457	,20047	,21753	,23582	,25543	,27646	10
11	,12003	,13122	,14324	,15614	,16998	,18482	,20075	,21782	,23613	,25577	,27683	11
12	,12121	,13141	,14344	,15636	,17022	,18508	,20102	,21812	,23645	,25611	,27719	12
13	,12039	,13160	,14365	,15658	,17045	,18534	,20130	,21841	,23676	,25645	,27755	13
14	,12057	,13180	,14386	,15680	,17069	,18559	,20157	,21871	,23708	,25679	,27792	14
15	,12075	,13199	,14407	,15703	,17093	,18585	,20185	,21900	,23740	,25713	,27828	15
16	,12093	,13219	,14428	,15725	,17117	,18611	,20212	,21930	,23772	,25747	,27865	16
17	,12111	,13238	,14448	,15748	,17142	,18637	,20240	,21960	,23803	,25781	,27902	17
18	,12129	,13258	,14469	,15770	,17166	,18662	,20268	,21989	,23835	,25815	,27938	18
19	,12147	,13277	,14490	,15793	,17190	,18688	,20296	,22019	,23867	,25849	,27975	19
20	,12165	,13297	,14511	,15815	,17214	,18714	,20323	,22049	,23899	,25883	,28012	20
21	,12184	,13316	,14532	,15838	,17238	,18740	,20351	,22079	,23931	,25918	,28048	21
22	,12202	,13336	,14553	,15860	,17262	,18766	,20379	,22108	,23963	,25952	,28085	22
23	,12220	,13355	,14574	,15883	,17286	,18792	,20407	,22138	,23995	,25986	,28122	23
24	,12238	,13375	,14595	,15905	,17311	,18818	,20435	,22168	,24027	,26021	,29159	24
25	,12257	,13395	,14616	,15928	,17335	,18844	,20463	,22198	,24059	,26055	,29196	25
26	,12275	,13414	,14638	,15950	,17359	,18870	,20490	,22228	,24091	,26089	,28233	26
27	,12293	,13434	,14659	,15973	,17383	,18896	,20518	,22258	,24123	,26124	,28270	27
28	,12312	,13454	,14680	,15996	,17408	,18922	,20546	,22288	,24156	,26159	,28307	28
29	,12330	,13473	,14701	,16019	,17432	,18948	,20575	,22318	,24188	,26193	,28344	29
30	,12348	,13493	,14722	,16041	,17457	,18975	,20603	,22348	,24220	,26228	,28381	30
31	,12367	,13513	,14743	,16064	,17481	,19001	,20631	,22378	,24253	,26262	,28418	31
32	,12385	,13533	,14765	,16087	,17506	,19027	,20659	,22409	,24258	,26297	,28455	32
33	,12404	,13553	,14786	,16110	,17530	,19053	,20687	,22439	,24317	,26332	,28493	33
34	,12422	,13572	,14807	,16133	,17555	,19080	,20715	,22469	,24350	,26368	,28530	34
35	,12441	,13592	,14829	,16156	,17579	,19106	,20743	,22499	,24382	,26401	,28567	35
36	,12459	,13612	,14850	,16178	,17604	,19132	,20772	,22530	,24415	,26436	,28605	36
37	,12478	,13632	,14871	,16201	,17628	,19159	,20800	,22560	,24447	,26471	,28642	37
38	,12496	,13652	,14893	,16224	,17653	,19185	,20828	,22590	,24480	,26506	,28680	38
39	,12515	,13672	,14914	,16247	,17678	,19212	,20857	,22621	,24512	,26541	,28717	39
40	,12534	,13692	,14936	,16270	,17702	,19238	,20885	,22651	,24545	,26576	,28755	40
41	,12552	,13712	,14957	,16293	,17727	,19265	,20914	,22682	,24578	,26611	,28792	41
42	,12571	,13732	,14979	,16317	,17752	,19291	,20942	,22712	,24611	,26646	,28830	42
43	,12590	,13752	,15000	,16340	,17777	,19318	,20971	,22743	,24643	,26682	,28868	43
44	,12608	,13772	,15022	,16363	,17801	,19344	,20999	,22773	,24676	,26717	,28906	44
45	,12627	,13792	,15043	,16386	,17826	,19371	,21028	,22804	,24709	,26752	,28943	45
46	,12646	,13812	,15065	,16409	,17851	,19398	,21056	,22835	,24742	,26787	,28981	46
47	,12664	,13833	,15087	,16432	,17876	,19424	,21085	,22865	,24775	,26822	,29019	47
48	,12683	,13853	,15108	,16456	,17901	,19451	,21114	,22896	,24808	,26858	,29057	48
49	,12702	,13873	,15130	,16479	,17926	,19478	,21142	,22927	,24841	,26893	,29095	49
50	,12721	,13893	,15152	,16502	,17951	,19505	,21171	,22958	,24874	,26929	,29133	50
51	,12740	,13913	,15173	,16525	,17976	,19532	,21200	,22989	,24907	,26964	,29171	51
52	,12759	,13934	,15195	,16549	,18001	,19558	,21229	,23020	,24940	,27000	,29209	52
53	,12778	,13954	,15217	,16572	,18026	,19585	,21257	,23050	,24973	,27035	,29247	53
54	,12797	,13974	,15239	,16596	,18051	,19612	,21286	,23081	,25006	,27071	,29286	54
55	,12815	,13995	,15261	,16619	,18076	,19639	,21315	,23112	,25040	,27107	,29324	55
56	,12834	,14015	,15282	,16642	,18101	,19666	,21344	,23143	,25073	,27142	,29362	56
57	,12853	,14035	,15304	,16666	,18127	,19693	,21373	,23174	,25106	,27278	,29400	57
58	,12872	,14056	,15326	,16689	,18152	,19720	,21402	,23206	,25140	,27214	,29439	58
59	,12891	,14076	,15348	,16713	,18177	,19747	,21431	,23237	,25173	,27250	,29477	59
60	,12911	,14097	,15370	,16737	,18202	,19774	,21460	,23268	,25206	,27285	,29516	60

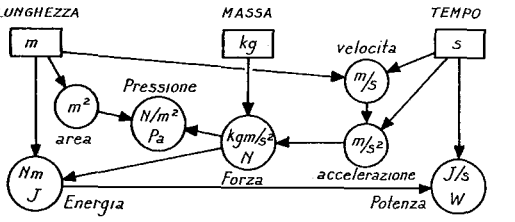
segue

segue: Funzioni dell'evolvente

'	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	'
0	,29516	,31909	,34478	,37237	,40202	,43390	,46822	,50518	,54503	,58804	,63454	0
1	,29554	,31950	,34522	,37285	,40253	,43446	,46881	,50582	,54572	,58879	,63534	1
2	,29593	,31992	,34567	,37332	,40305	,43501	,46940	,50646	,54641	,58954	,63615	2
3	,29631	,32033	,34611	,37380	,40356	,43556	,47000	,50710	,54710	,59028	,63696	3
4	,29670	,32075	,34656	,37428	,40407	,43611	,47060	,50774	,54779	,59103	,63777	4
5	,29709	,32116	,34700	,37476	,40459	,43667	,47119	,50838	,54849	,59178	,63858	5
6	,29747	,32158	,34745	,37524	,40511	,43722	,47179	,50903	,54918	,59253	,63939	6
7	,29786	,32199	,34790	,37572	,40562	,43778	,47239	,50967	,54988	,59328	,64020	7
8	,29825	,32241	,34834	,37620	,40614	,43833	,47299	,51032	,55057	,59403	,64102	8
9	,29864	,32283	,34879	,37668	,40666	,43889	,47359	,51096	,55127	,59479	,64183	9
10	,29903	,32324	,34924	,37716	,40717	,43945	,47419	,51161	,55197	,59554	,64265	10
11	,29942	,32366	,34969	,37765	,40769	,44001	,47479	,51226	,55267	,59630	,64346	11
12	,29981	,32408	,35014	,37813	,40821	,44057	,47539	,51291	,55337	,59705	,64428	12
13	,30020	,32450	,35059	,37861	,40873	,44113	,47599	,51356	,55407	,59781	,64510	13
14	,30059	,32492	,35104	,37910	,40925	,44169	,47660	,51421	,55477	,59857	,64592	14
15	,30098	,32534	,35149	,37958	,40977	,44225	,47720	,51486	,55547	,59933	,64674	15
16	,30137	,32576	,35194	,38007	,41030	,44281	,47780	,51551	,55618	,60009	,64756	16
17	,30177	,32618	,35240	,38055	,41082	,44337	,47841	,51616	,55688	,60085	,64839	17
18	,30216	,32661	,35285	,38104	,41134	,44393	,47902	,51682	,55759	,60161	,64921	18
19	,30255	,32703	,35330	,38153	,41187	,44450	,47962	,51747	,55829	,60237	,65004	19
20	,30295	,32745	,35376	,38202	,41239	,44506	,48023	,51813	,55900	,60314	,65086	20
21	,30334	,32787	,35421	,38251	,41292	,44563	,48084	,51878	,55971	,60390	,65169	21
22	,30374	,32830	,35467	,38299	,41344	,44619	,48145	,51944	,56042	,60467	,65252	22
23	,30413	,32872	,35512	,38348	,41397	,44676	,48206	,52010	,56113	,60544	,65335	23
24	,30453	,32915	,35558	,38397	,41450	,44733	,48267	,52076	,56184	,60620	,65418	24
25	,30492	,32957	,35604	,38446	,41502	,44789	,48328	,52141	,56255	,60697	,65501	25
26	,30532	,33000	,35649	,38496	,41555	,44846	,48389	,52207	,56326	,60774	,65585	26
27	,30572	,33042	,35695	,38545	,41608	,44903	,48451	,52274	,56398	,60851	,65668	27
28	,30611	,33085	,35741	,38594	,41661	,44960	,48512	,52340	,56469	,60929	,65752	28
29	,30651	,33128	,35787	,38643	,41714	,45017	,48574	,52406	,56541	,61006	,65835	29
30	,30691	,33171	,35833	,38693	,41767	,45047	,48635	,52472	,56612	,61083	,65919	30
31	,30731	,33213	,35879	,38742	,41820	,45132	,48697	,52539	,56684	,61161	,66003	31
32	,30771	,33256	,35925	,38792	,41874	,45189	,48758	,52605	,56756	,61239	,66087	32
33	,30811	,33299	,35971	,38841	,41927	,45246	,48820	,52672	,56828	,61316	,66171	33
34	,30851	,33342	,36017	,38891	,41980	,45304	,48882	,52739	,56900	,61394	,66255	34
35	,30891	,33385	,36063	,38941	,42034	,45361	,48944	,52805	,56972	,61472	,66340	35
36	,30931	,33428	,36110	,38990	,42087	,45519	,49006	,52872	,57044	,61550	,66424	36
37	,30971	,33471	,36156	,39040	,42141	,45476	,49068	,52939	,57116	,61628	,66509	37
38	,31012	,33515	,36202	,39090	,42194	,54534	,49130	,53006	,57188	,61706	,66593	38
39	,31052	,33558	,36249	,39140	,42248	,45592	,49192	,53073	,57261	,61785	,66678	39
40	,31092	,33601	,36295	,39190	,42302	,45650	,49255	,53141	,57333	,61863	,66763	40
41	,31133	,33645	,36342	,39240	,42355	,45708	,49317	,53208	,57406	,61942	,66848	41
42	,31173	,33688	,36388	,39290	,42409	,45766	,49380	,53275	,57479	,62020	,66933	42
43	,31214	,33731	,36435	,39340	,42463	,45824	,49442	,53343	,57552	,62099	,67019	43
44	,31254	,33775	,36482	,39390	,42517	,45882	,49505	,53410	,57625	,63178	,67104	44
45	,31295	,33818	,36529	,39441	,42571	,45940	,49568	,53478	,57698	,62257	,67189	45
46	,31335	,33862	,36575	,39491	,42625	,45998	,49630	,53546	,57771	,62336	,67275	46
47	,31376	,33906	,36622	,39541	,42680	,46057	,49693	,53613	,57844	,62415	,67361	47
48	,31417	,33949	,36669	,39592	,42734	,46115	,49756	,53681	,57917	,62494	,67447	48
49	,31457	,33993	,36716	,39642	,42788	,46173	,49819	,53749	,57991	,62574	,67532	49
50	,31498	,34037	,36763	,39693	,42843	,46232	,49882	,53817	,58064	,62653	,67618	50
51	,31539	,34081	,36810	,39743	,42897	,46291	,49945	,53885	,58138	,62733	,67702	51
52	,31580	,34125	,36858	,39794	,42952	,46349	,50009	,53954	,58211	,62812	,67791	52
53	,31621	,34169	,36905	,39845	,43006	,46408	,50072	,54022	,58285	,62892	,67877	53
54	,31662	,34213	,36952	,39896	,43061	,46467	,50135	,54090	,58359	,62972	,67964	54
55	,31703	,34257	,36999	,39947	,43116	,46526	,50199	,54159	,58433	,63052	,68050	55
56	,31744	,34301	,37047	,39998	,43171	,46585	,50263	,54228	,50507	,63132	,68137	56
57	,31785	,34345	,37094	,40049	,43225	,46644	,50326	,54296	,58581	,63212	,68224	57
58	,31826	,34389	,37142	,40100	,43280	,46703	,50390	,54365	,58656	,63293	,68311	58
59	,31868	,34434	,37189	,40151	,43335	,46762	,50454	,54434	,58730	,63373	,68398	59
60	,31909	,34478	,37237	,40202	,43390	,46822	,50518	,54503	,58804	,63454	,68485	60

Tabella di conversione delle unita di misura nel sistema SI

(espresse in unità, unita derivate, multipli e sottom. di uso comune)



Grandezze	Per ottenere l'equivalente in unita SI	moltiplicare i valori finora espressi in	per
lavoro - energia resilienza acciaio KV (1)	J	kgf·m	9,80665
forza peso (forza peso)	N	kgf	9,80665
momento di una forza	N·m	kgf·m	9,80665
carichi unitari R-Rs-Rp-Rr modulo di elasticita	N/mm^2	kgf/mm^2	9,80665
durezza HB-HV-HRC	-	kgf/mm^2	-
resilienza K-KCU	J/cm^2	kgf m/cm²	9,80665
pressione (3)	MPa	at. kgf/cm^2 atm	0,0980665 0,101325
tensione	N/mm^2	kgf/mm^2	9,80665
potenza	kW	CV	0,735499
quantità di calore	J	cal	4,1868
calore specifico	J/(g·°C)	cal/(g·°C)	4,1868
flusso di calore	W	kcal/h	1,163
conduttivita termica	W/(cm·°C)	cal/(s·cm·°C)	4,1868
volume	dm^3 m^3	l hl	1 0,1
portata in volume	dm3/s	dm^3/min	0,01666
tempo	s	min h	60 3600
velocità	m/s	m/min	0,01666
resistività elettrica	μΩ·m	μΩ·cm	0,01
viscosità dinamica	mPa·s	cP	1

(1) La resilienza e data in J e rappresenta il valore dell'energia totale di rottura della provetta unificata. (2) Nelle formule per il calcolo della durezza e stato introdotto il fattore di conversione 0,102. Pertanto i valori di durezza non cambiano e l'unita di misura e omessa.
(3) E' ammessa l'unita di misura bar, impiegata per le pressione dei fluidi, 1 bar = 10 Pa.
(4) E' ammessa l'unita di misura km/h, 1 km/h = 1.3,6 m/s.

Per quanto la presente edizione sia, in ogni sua parte, completamente aggiornata nelle formule e nei valori, al Sistema Internazionale di Unita (SI), riteniamo utile questa tabella pratica di conversione nel caso si consultino testi o disegni con unita e valori non SI.
(Vedere tabelle CNR-UNI 10003 Sistema Internazionale di Unita(SI) nelle pagine seguenti)

Sistema internazionale di unita (SI) CNR-UNI 10003-1984

Il sistema internazionale di unita, indicato con la sigla SI, e il sistema di unita di misura da impiegare nei diversi campi della scienza, della tecnica e dell'insegnamento. Esso, sulla base di sette grandezze fondamentali e due supplementari, stabilisce le corrispondenti unita di misura; comprende inoltre unita derivate, corrispondenti ad altrettante grandezze derivate. Le unita derivate sono coerenti con quelle fondamentali, in quanto sono espresse per mezzo di queste mediante un monomio con coefficiente numerico uguale a 1.

1) Grandezze fondamentali e supplementari

Grandezza	unita SI Nome	Simbolo
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
tempo	secondo	s
corrente elettrica	ampere	A
temper.termodinam.	kelvin	K
intensita luminosa	candela	cd
quant. di sostanza	mole	mol
supplementari		
angolo piano	radiante	rad
angolo solido	steradiante	sr

2) Grandezze derivate

Grandezza	unita SI Nome	Simb	Relazione
frequenza	hertz	Hz	1 Hz = 1 s^{-1}
forza	newton	N	1N=1kg m/s^2
pressione tensione	pascal	Pa	1 Pa= 1 N/m^2
lavoro energia quant.di calore	joule	J	1 J = 1 N m
potenza	watt	W	1 W = 1 J/s
carica elettr	coulomb	C	1 C = 1 A s
potenz.elettr diff di potenziale elettr tensione elet. forza elettrom.	volt	V	1 V = 1 W/A
capac. elettr	farad	F	1 F = 1 C/V
resist. elettr.	ohm	Ω	1Ω = 1 V/A
conduttanza elettrica	siemens	S	1 S = 1 A/V
flusso di induzione magnetica flusso magnet.	weber	Wb	1 Wb = 1 W·s
induzione magnetica	tesla	T	1T = 1Wb/m^2
indutt. propria indutt. mutua	henry	H	1H = 1V·s/A

2) Grandezze derivate (segue)

Grandezza	unita SI nome	simb	relazione
flusso luminoso	lumen	lm	1lm = 1cd·sr
illuminamento	lux	lx	1lx = 1lm/m^2

3) Multipli e sottomultipli decimali

Non essendo pratiche le sole unita SI, si possono introdurre i loro multipli e sottomultipli decimali (Prefissi a cui si da il nome di prefissi SI).

Fatt. di x	Prefisso Nome	Simb.	Valore
10^{18}	exa	E	1000000000000000000
10^{15}	peta	P	1000000000000000
10^{12}	tera	T	1000000000000
10^{9}	giga	G	1000000000
10^{6}	mega	M	1000000
10^{3}	kilo	k	1000
10^{2}	etto	h	100
10^{1}	deca	da	10
10^{-1}	deci	d	0,1
10^{-2}	centi	c	0,01
10^{-3}	milli	m	0,001
10^{-6}	micro	u	0,000001
10^{-9}	nano	n	0,000000001
10^{-12}	pico	p	0,000000000001
10^{-15}	femto	f	0,000000000000001
10^{-18}	atto	a	0,000000000000000001

Il simbolo di un prefisso unito con il simbolo di una unita fondam., supplem. o derivata, dotata di nome speciale, forma il simbolo del multiplo o sottom. di quella unita; esso puo essere elevato a una potenza positiva o negativa e combinato con simboli di altre unita per formare simboli di multipli o sottom. di unita di grandezze derivate. Per esempio:

1 mm = 10^{-3} m
1 kV = 10^{3} V
1 mm^3 = $(10^{-3}m)^3$ = 10^{-9} m^3
1 μs^{-1} = $(10^{-6}s)^{-1}$ = $10^{6}s^{-1}$
1 mm^3/s = $(10^{-3}m)^3/s$ = 10^{-9} m^3/s

Non si devono usare prefissi composti, per esempio, si deve scrivere:

3 nm e non 3 mμm
5 pF e non 5 μμF

I multipli e i sottomultipli dell'unita kilogrammo si formano premettendo i prefissi a grammo. Per esempio:

10^{-6} kg = $10^{-6}(10^3 g)$ = 10^{-3} g = 1 mg

4) Unita SI, loro multipli e sottomultipli (sono preceduti dal N° d'ordine).
- unita non SI ammesse (sono prec. da *).
- unita non SI transitoriamente tollerate (sono prec. da •) In tabella sono indica-

segue

segue: Sistema internazionale di unita (SI)

ti soltanto i multipli e i sottomult. più usati. Si intende che, in mancanza di indicazioni, si seguono le regole di cui al punto 3. Quando per una stessa grandezza, esistono dei sinonimi, essi sono scritti sulla stessa riga, separati da un punto e virgola. Il primo nome é da preferirsi. Quando i nomi implicano qualche differenza nella definizione della grandezza, questi sono scritti su righe diverse senza segni di interpunzione.

N°	Grandezze	unita SI	multipli e/o sottom. più usati
1	angolo piano	rad	mrad, urad
*	grado sessagesimale	° 1°= /180 rad (1)	
	minuto di angolo	' 1'=1°/60 (1)	
	secondo di angolo	" 1"=1'/60 (1)	
	grado centesimale ovvero gon 1 gon =π/200 rad		
	giro 1 giro = 2πrad		
2	angolo solido	sr (steradiante)	
3	lunghezza	m	km,dm,cm, mm,um,nm
	lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo di 1/299792458 di secondo.		
•	miglio marino 1 miglio marino = 1852 m		
	angstrom A 1 A = 10^{-10}m		
4	area	m^2	km^2,dm^2,cm^2 mm^2
*	ettaro, ha 1 ha = $10^4 m^2$		
	ara, a 1 a = $10^2 m^2$		
°	barn 1 barn = $10^{-23} m^2$		
5	volume	m^3	dm^3,cm^3,mm^3
*	litro, l ovvero L 1 l = 1 dm^3		
6	momento quadratico di linea (2)	m^3	cm^3,mm^3
7	momento quadratico di superf (2)	m^4	cm^4,mm^4
8	momento quadratico di volume (2)	m^5	cm^5,mm^5
9	modulo di resistenza	m^3	cm^3,mm^3
10	tempo	s (secon.)	ks,ms,μs, ns,ps
*	giorno (3) d	1 d = 24 h = 86400 s	
	ora (3) h	1 h = 60 min= 3600 s	
	minuto (3) min	1 min = 60 s	

(1) Non si devono usare le unità derivate
(2) Impropriam. chiamati momenti d'inerz.
(3) Nelle unita derivate giorno, ora e minuto sono transitor tollerate. Nelle misure di tempo espresse in giorni, ore, minuti e secondi, i simboli possono essere scritti ad apice, es. $13^d\ 4^h\ 3^m\ 27^s$

N°	(segue) Grandezze	unita SI	multipli e/o sottom. più usati
11	velocita angolare	rad/s	krad/s, mrad/s
*	giro al secondo,giro/s 1giro/s=2rad/s		
	giro al minuto,giro/min 1giro/min=2π/60rad/s		
12	velocita	m/s	km/s, mm/s
*	kilometro all'ora,km/h 1km/h=1/3,6m/s		
	metro al minuto,m/min 1m/min=1/60 m/s		
•	nodo 1 nodo = 1,852/3,6 m/s		
13	accelerazione angolare	rad/s^2	
14	accelerazione	m/s^2	
•	gal, Gal 1 gal = 10^{-2} m/s^2		
15	frequenza	Hz (hertz)	THz, GHz, MHz, kHz
16	massa	kg	Mg,g,mg,μg
*	tonnellata, t 1 t = Mg = 10^3 kg		
	unita di massa atomica, u 1 u = 1,66053·10^{-27} kg		
17	massa lineica	kg/m	g/m,mg/m, μg/m
18	massa volumica	kg/m^3	Mg/m^3, kg/dm^3, g/cm^3,g/dm^3
*	t/m^3 1 t/m^3 = 10^3kg/m^3		
	g/l 1 g/l = 1 kg/m^3		
19	portata in massa	kg/s	
20	portata in volume	m^3/s	dm^3/s
*	l/s 1 l/s = 1 dm^3/s		
21	quantita di moto	kg·m/s	
22	momento della quantita di moto	kg.m^2/s	
23	momento d'inerzia;momento quadratico di massa	kg·m^2	kg·mm^2
24	forza (4) peso (forza peso)	N (newton)	MN,kN,mN,μN
25	momento di una forza	Nm	MN·m,kN·m, mN·m,N·mm, μN·m
26	pressione tensione (5)	Pa,N/m^2	GPa,GN/m^2, MPa,MN/m^2, N/mm (6), kPa,kN/m^2, mPa,mN/m^2, μPa,μN/m^2

□ Legale fino al 31-12-1985.
(4) 1kgf = 9,80665N. (5) Per la pressione

segue

segue: Sistema internazionale di unita (SI)

si consiglia l'uso del Pa; per la tensione si puo usare il Pa o il N/m²
(6) N/mm² e consigliato per la resistenza dei materiali. (7) impiegata per la pressione dei fluidi.

N°	(segue) Grandezze	unita SI	multipli e/o sottom. più usati
1*	bar (7)	1 bar = 10^5 Pa 1 mbar = 10^2 Pa	
•	millimetro di mercurio convenzionale, mm Hg □	1 mm Hg = 133,322 Pa	
	(solo per pressione sanguigna)		
27	viscosita dinamica	Pa·s	mPa·s, mN·s/m²
•	□ poise, P 1 P = 0,1 Pa·s		
28	viscosita cinematica	m²/s	cm²/s, mm²/s
•	□ stokes, St 1 St = 10^{-4} m²/s		
29	lavoro energia	J (joule)	TJ,GJ,MJ, kJ,mJ
*	elettronvolt, eV 1eV=1,60219·10^{-19} J		
30	resilienza (8)	J/m²	J/cm²,kJ/m²
31	potenza	W (watt)	GW,MW,kW, mW,µW
32	flusso di veloc.	m³/s	
33	corrente elettrica	A (ampere)	kA,mA,µA, nA,pA
34	potenziale elett. diff.potenz.elet. tensione elettr forza elettromot.	V	MV,kW,mV, µV,nV,pV
35	capacita elettr	F (farad)	mF,µF,nF,pF
36	impedenza elettr resistenza elett. reattanza elettr	Ω (ohm)	GΩ,MΩ,kΩ, mΩ,µΩ
37	resistivita elettrica	Ω·m	GΩ·m,MΩ·m, kΩ·m,Ω·cm, mΩ·m,µΩ·m, nΩ·m
38	potenza attiva	W	GW,MW,kW, mW,µW,nW,pW
39	potenza apparente	V·A	MV·A,kV·A
40	energia attiva	J	GJ,MJ,kJ,mJ
*	kilowattora, kWh wattora, Wh	1 Wh = 3,6·10^3 J	
41	energia apparente	V·A·s	MV·A·s kV·A·s
*	kilovoltamperora,kVAh voltamperora,VAh	1 VAh = 3,6·10^3 V·A·s	

(8) Per resilienza espressa in termini di lavoro, al valore in J si premette il simbolo delle condizioni di prova e le dimensioni della provetta.

N°	(segue) Grandezze	unita SI	multipli e/o sottom. più usati
42	temper.termodin. temper Kelvin internaz.pratica tenper Celsius temper Celsius internaz.pratica intervallo di temperatura	K (kelvin) °C (grado celsius) K °C	mK mK
43	coeff.dilat.lin.	K⁻¹	MK⁻¹
44	quantita di cal. energia interna entalpia energia libera calore di trasformazione	J	TJ,GJ,MJ, kJ,mJ
45	energ.inter.mass. energ.lib.massica calore di trasformazione massico	J/kg	MJ/kg, kJ/kg
46	flusso di calore	W	MW,kW
47	flus.calor.areico	W/m²	MW/m²,kW/m²
48	coeff.trasm.term.	W/(m² K)	
49	condutt. termica	W/(m·K)	
50	coeff.diff.term.	m²/s	cm²/s
51	capacita termica	J/K	kJ/K
52	capac.term.mass., calore specifico	J/(kg·K)	kJ/(kg·K)

5) Quando le cifre signif sono poche, si possono ridurre a valori compresi fra 0,1 e 1000. Per esempio:

Grandezza in unita SI	Cifra significativa	Espressione raccomand.
0,00394 m	3	3,94 mm
12000 N	2	12 kN

Nomi di unita SI al plurale,sono invariabili, *eccetto:* m, kg, s, cd, mol, rad, sr e tutte le unita deriv. in cui compaiono.
Il simb. di un'unita derivata, prodotto di due o più unita si scrive, per esempio nel modo seguente:
unita: newton per metro
simbolo: N·m oppure Nm.
Per un'unita derivata, quoziente di altre unità: metro al secondo quadrato

simbolo: m/s² $\frac{m}{s^2}$ $m \cdot s^{-2}$

Unita derivate, prodotto e quoziente di altre, si applica la regola precedente evitando di creare incertezze, per es.
unita: watt al metro quadro e al kelvin

simbolo: W/(m²·K) $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Equivalenze fra sistemi di misura. Pollici - mm. mm - pollici (°)

decimillesimi		millesimi		centesimi		decimi		unita		decine	
inch	mm	inch	mm	inch	mm	in	mm	in	mm	in	mm
0,0001	0,0025	0,001	0,0254	0,01	0,2540	0,1	2,5400	1	25,400	10	254,00
0,0002	0,0051	0,002	0,0508	0,02	0,5080	0,2	5,0800	2	5,0800	20	508,00
0,0003	0,0076	0,003	0,0762	0,03	0,7620	0,3	7,6200	3	76,200	30	762,00
0,0004	0,0102	0,004	0,1016	0,04	1,0160	0,4	10,160	4	101,60	40	1016,0
0,0005	0,0127	0,005	0,1270	0,05	1,2700	0,5	12,700	5	127,00	50	1270,0
0,0006	0,0152	0,006	0,1524	0,06	1,5240	0,6	15,240	6	152,40	60	1524,0
0,0007	0,0178	0,007	0,1778	0,07	1,7780	0,7	17,780	7	177,80	70	1778,0
0,0008	0,0203	0,008	0,2032	0,08	2,0320	0,8	20,320	8	203,20	80	2032,0
0,0009	0,0229	0,009	0,2286	0,09	2,2860	0,9	22,860	9	228,60	90	2286,0

pollici		mm	pollici		mm	millimetri in pollici			
fraz.	decim.		fraz.	decim.		mm	inch	mm	inch
1/64	0,015625	0,397	1/32	0,03125	0,794	0,0001	0,000004	0,1	0,0039
3/64	0,046875	1,191	3/32	0,09375	2,381	0,0002	0,000008	0,2	0,0079
5/64	0,078125	1,984	5/32	0,15625	3,969	0,0003	0,000012	0,3	0,0118
7/64	0,109375	2,778	7/32	0,21875	5,556	0,0004	0,000016	0,4	0,0157
9/64	0,140625	3,572	9/32	0,28125	7,144	0,0005	0,000020	0,5	0,0197
11/64	0,171875	4,366	11/32	0,34375	8,731	0,0006	0,000024	0,6	0,0236
13/64	0,203125	5,159	13/32	0,40625	10,319	0,0007	0,000028	0,7	0,0276
15/64	0,234375	5,953	15/32	0,46875	11,906	0,0008	0,000031	0,8	0,0315
17/64	0,265625	6,747	17/32	0,53125	13,494	0,0009	0,000035	0,9	0,0354
19/64	0,296875	7,541	19/32	0,59375	15,081	0,001	0,00004	1	0,0394
21/64	0,328125	8,334	21/32	0,65625	16,669	0,002	0,00008	2	0,0787
23/64	0,359375	9,128	23/32	0,71875	18,256	0,003	0,00012	3	0,1181
25/64	0,390625	9,922	25/32	0,78125	19,844	0,004	0,00016	4	0,1575
27/64	0,421875	10,716	27/32	0,84375	21,431	0,005	0,00020	5	0,1968
29/64	0,453125	11,509	29/32	0,90625	23,019	0,006	0,00024	6	0,2362
31/64	0,484375	12,303	31/32	0,96875	24,606	0,007	0,00028	7	0,2756
33/64	0,515625	13,097	1/16	0,0625	1,588	0,008	0,00031	8	0,3150
35/64	0,546875	13,891	3/16	0,1875	4,762	0,009	0,00035	9	0,3543
37/64	0,578125	14,684	5/16	0,3125	7,938	0,01	0,0004	10	0,3937
39/64	0,609375	15,478	7/16	0,4375	11,112	0,02	0,0008	20	0,7874
41/64	0,640625	16,272	9/16	0,5625	14,288	0,03	0,0012	30	1,1811
43/64	0,671875	17,066	11/16	0,6875	17,462	0,04	0,0016	40	1,5748
45/64	0,703125	17,859	13/16	0,8125	20,638	0,05	0,0020	50	1,9685
47/64	0,734375	18,653	15/16	0,9375	23,812	0,06	0,0024	60	2,3622
49/64	0,765625	19,447	1/8	0,125	3,175	0,07	0,0028	70	2,7559
51/64	0,796875	20,241	3/8	0,375	9,525	0,08	0,0031	80	3,1496
53/64	0,828125	21,034	5/8	0,625	15,875	0,09	0,0035	90	3,5433
55/64	0,859375	21,828	7/8	0,875	22,225				
57/64	0,890625	22,622	1/4	0,250	6,350				
59/64	0,921875	23,416	3/4	0,750	19,050				
61/64	0,953125	24,209	1/2	0,500	12,700				
63/64	0,984375	25,003	1	1,000	25,400				

(°) Unita di misura 1 pollice= 25,4 mm esatti (American Standard Practice for Industrial Use - ASA B 48.1)

1 mile = 1760 yards = 5280 feet = 1609,344 m. 1 yard = 3 feet = 36 inches = 914,4 mm. 1 foot = 12 inches = 304,8 mm. 1 mil = 0,001 inch = 0,0254 mm. 1 fathom = 2 yards = 6 feet = 1,8288 m. 1 rod = = 5,5 yards = 16,5 feet = 5,0292 m. 1 hand = 4 inches = 101,6 mm. 1 span= 9 inches= 228,6 mm. 1 micro inch = 0,000001 inch= 0,0254 µm. 1 micrometer or micron = one millionth meter = 0,00003937 inch.

Pesi e misure - Fattori di conversione SI - English system

Tutti i paesi industrializzati usano il sistema internaz. di unita SI
Fattori di convers. per il periodo transitorio e per quanto esistente

	Per ottenere l'equivalente in:	moltiplicare il numero dei.	per ↓
		Lunghezze	
0,6213712	chilometri	miles (U.S.statute)	1,609344
39,37008	metri	inches	0,0254
3,280840	metri	feet	0,3048
1,093613	metri	yards	0,9144
1609,344	metri	mile (U.S.statute)	0,0006213712
0,03280840	centimetri	feet	30,48
0,3937008	centimetri	inches	2,54
0,003280840	millimetri	feet	304,8
0,03937008	millimetri	inches	25,4
39,37008	micron	microinch	0,0254
		Area	
0,3861	chilometri^2	square miles	2,5899
247,1054	chilometri^2	acres	0,004046856
2,471054	ettari	acres	0,4046856
107,693	ettari	square feet	0,00929
0,0247	ara	acres	4047
1076,4	ara	square feet	0,000929
1550,003	metri^2	square inches	0,00064516
10,763910	metri^2	square feet	0,09290304
1,195990	metri^2	square yards	0,8361274
0,0002471054	metri^2	acres	4046,856
0,1550003	centimetri^2	square inches	6,4516
0,001076391	centimetri^2	square feet	929,0304
0,001550003	millimetri^2	square inches	645,16
0,000010764	millimetri^2	square feet	92903,04
		Volume	
264,1720	metri^3	gallons (U.S.liquid)	0,003785412
35,31466	metri^3	cubic feet	0,02831685
1,307951	metri^3	cubic yards	0,7645549
61023,76	metri^3	cubic inches	0,0000163871
1000	metri^3	litre	0,001
0,2641720	litri	gallons (U.S.liquid)	3,785412
0,03531466	litri	cubic feet	28,31685
0,06102376	centimetri^3	cubic inches	16,38706
0,000061024	millimetri^3	cubic inches	16387,06
		Velocita Accelerazione e Moto	
0,6213712	chilometri/ora	miles/hour-US	1,609344
3,280840	metri/ora	feet/hour	0,3048
1,968504	centimetri/sec	feet/min	0,508
0,03280840	centimetri/sec	feet/sec	30,48
0,3937008	centimetri/min	inches/min	2,54
↑ per	moltiplicare il numero dei	Per ottenere l'eqivalente in:	

segue

segue: Pesi e misure - Fattori di conversione SI-English system

	Per ottenere l'equivalente in:	moltiplicare il numero dei.	per ↓
		segue: Velocita Accelerazione e Moto	
0,05468067	metri/min	feet/sec	18,288
39,37008	metri/min	inches/min	0,0254
11811,02	metri/sec	feet/hour	0,000084667
196,8504	metri/sec	feet/min	0,00508
264,1720	metri^3/min	gallons-US/min	0,0037854
15850,32	metri^3/sec	gallons-US/min	0,00006309
2118,880	metri^3/sec	cubic feet/min	0,000471947
0,03531466	litri/min	cubic feet/min	28,31685
0,2641720	litri/min	gallons-US/min	3,785412
15,85032	litri/sec	gallons-US/min	0,06309020
		Massa Densita	
15,432360	grammi	grains(1/7000 lb av)	0,06479891
0,03527397	grammi	ounces (avoirdupois)	28,34952
0,03215074	grammi	ounces (troy)	31,10348
0,03612730	grammi/cm^3	pound cubic inch	27,67990
35,27397	chilogrammi	ounces (avoird.)	0,02834952
32,15074	chilogrammi	ounces (troy)	0,03110348
2,204622	chilogrammi	pounds (avoird.)	0,4535924
0,06852178	chilogrammi	slug	14,59390
0,000984221	chilogrammi	tons (long 2240 lb)	1016,047
0,001102311	chilogrammi	tons(short 2000 lb)	907,1847
0,001	chilogrammi	tons (metric)	1000
0,01968413	chilogrammi	hundreweight(long)	50,80235
0,02204622	chilogrammi	hundreweight(short)	45,35924
0,06242797	chilogrammi/m^3 ..	pound/cubic foot.	16,01846
0,008345406	chilogrammi/m^3	pound gallon(USliq)	119,8264
		Forza e Forza/lunghezza	
0,1019716	newton	kilopound	9,80665
0,2248089	newton	pound - force	4,448222
100000	newton	dyne	0,00001
7,23301	newton	poundal	0,1382550
3,596942	newton	ounce - force	0,2780139
0,00571015	newton/metro	pound/inch	175,1268
0,06852178	newton/metro	pound/foot	14,59390
		Momeno torcente Momento flettente	
0,7375621	newton metro	pound foot	1,355818
10000000	newton metro	dyne centimetre	0,0000001
141,6119	newton metro	ounce inch	0,007061552
0,1019716	newton metro	kilogram.-metre	9,80665
0,1416119	newton millim.	ounce inch	7,061552
		Momento d'inerzia Sezione modulo	
23,73036	Mom. di inerz.(Kg·m^2)	pound square foot	0,04214011
3417,171	Mom. di inerz.(Kg·m^2)	pound square inch	0,0002926397
↑ per	moltiplicare il numero dei	Per ottenere l'equivalente in	

segue

segue: Pesi e misure - Fattori di conversione SI-English system

	Per ottenere l'equivalente in:	moltiplicare il numero dei	per ↓
	segue: Momento d'inerzia Sezione modulo		
115,8618	Mom. di sezione (m^4) .	quarter foot	0,008630975
0,02402510	Mom. di sezione (cm^4)	quarter inch	41,62314
35,31466	Sez. modulo (m^3) .	cubit foot	0,02831685
61023,76	Sez. modulo (m^3) .	cubic inch	0,0000163871
	Quantita di moto		
7,233011	chilogr.metri/sec .	pound-foot/sec	0,1382550
86,79614	chilogr.metri/sec .	pound-inch/sec .	0,01152125
	Pressione e tensione		
14,50377	bar .	pound-square inch	0,06894757
0,6474898	ettobar .	ton(long)/sq.inch	1,544426
0,1450377	kilonewton/m^2	pound/square inch	6,894757
1,450377	newton/$cent^2$	pound/square inch	0,6894757
145,0377	newton/mm^2	pound/square inch	0,006894757
14,22334	kilogrammi/cm^2	pound/square inch	0,07030697
0,02088543	pascal	pound/square foot	47,88026
0,00001	pascal	bar	100000
0,0000098692	pascal	atm.(14,6959 lb/in^2)	101325
0,0001450377	pascal	pound/square inch	6894,757
0,1019716	pascal	kilogram/metre	9,80665
0,2048161	chilogr /m^2	pound/foot	4,882429
	Energia e lavoro		
0,0009478170	joule	Btu (Intern.Table)	1055,056
0,0009470863	joule	Btu (mean)	1055,87
0,2386623	joule	calorie (mean)	4,19002
0,7375621	joule	foot-pound	1,355818
23,73036	joule	foot-poundal	0,04214011
0,9998180	joule	joule(Internat.US)	1,000182
0,9999830	joule	joule(USlegal 1948)	1,000017
0,0002777778	joule .	watt-hour	3600
	Potenza		
2655,224	watt	foot-pound/hour	0,0003766161
44,25372	watt	foot-pound/min	0,02259697
0,001341022	watt	horsep.(550ft-lb/min	745,6999
0,001359621	watt	horsepower(metric)	735,499
1,341022	kilowatt	horsep.(550ft-lb/s)	0,745999
3,412141	watt	Btu(Int.table/hour)	0,2930711
0,001340483	watt	horsepower(electric)	746
	Viscosita		
1000	pascal-secondo	centipoise	0,001
10	pascal-secondo	poise	0,1
1000000	metri^2/secondo	centistoke	0,000001
10000	metri^2/secondo	stoke	0,0001
↑ per	moltiplicare il numero dei.	per ottenere l'equivalente in:	

Operazione matematica - Numeri positivi e negativi - Formula

Ordine di esecuzione delle operazioni aritmetiche nelle espressioni algebriche

In una espressione dove le quantita sono collegate dai segni di +, -, x o si eseguono per prime le operazioni chiuse tra parentesi (nell'ordine: tonde, quadre, graffe) quindi le altre operazioni.
In entrambi i casi si calcola prima le moltiplicazioni e le divisioni, poi le addizioni e le sottrazioni. Esempi.
12+42x3-2 = 12+126-2 = 136
40:5+13x3 = 8+39 = 47
10+15.3-4 = 10+5-4 = 11
(8-3)x4+7 = 5x4+7 = 20+7 = 27
6x(2+8).20 = 6x10:20 = 60:20 = 3
5+[20x3 x (12+8)-10]x3
= 5+[20x3x20-10]x3
= 5+[1200-10]x3 = 5+1190x3 =
= 5+3570 = 3575
Il segno della divisione puo anche essere espresso da una linea posta tra dividendo e divisore cioe con una frazione. Esempio:

$$\frac{10+15-5}{4} = (10+15-5)\cdot 4 = 20\cdot 4 = 5$$

Il segno di moltiplicazione puo essere omesso nelle formule con simboli espressi in lettere. Puo essere sostituito con un punto tra diversi numeri. Esempi.

$ab = axb$, $\frac{abc}{d} = (axbxc):d$

$3\cdot 4\ 2 = 3x4x2$, $5\cdot 8\ .3 = 5x8.3$

Numeri positivi e negativi

-Numeri interi positivi - Sono i numeri della serie 1, 2, 3, Ciascuno di essi si ottiene dal precedente aggiungendo un'unita.
-Numeri interi negativi- Sono i numeri (minori di zero) della serie -1, -2, -3, Sono preceduti dal segno - e racchiusi tra parentesi (-5)
- Addizione - Per addizionare un numero negativo ad uno positivo si sottrae a questi il valore numerico del numero negativo.
Esempi,
6+(-3) = 6-3 = 3
10+(-14) = -4
Per addizionare due numeri negativi, si sommano i valori numerici e si forma una somma negativa.
Esempio:
(-6)+(-3) = -9
- Sottrazione - Per sottrarre un numero negativo da qualsiasi altro numero, positivo o negativo, si addiziona a questi il valore numerico del numero negativo.
Esempi.
5-(-2) = 5+2 = 7
(-8) -(-5) = -3
Se un numero da sottrarre e piu grande del sottraendo, il resto e negativo.
Esempio:
5-8 = -(8-5) = -3
- Moltiplicazione e divisione -
Moltiplicando o dividendo un numero positivo per un numero negativo, si esegue l'operazione del valore numerico. Il prodotto o il quoziente e negativo
Esempi.
5x(-2) = -10 , 12:(-2) = -6
Si procede con la stessa regola per le operazioni inverse.
Esempi.
(-5)x2 = -10 , (-12).2 = -6
Moltiplicando o dividendo due numeri negativi, il prodotto o il quoziente sono positivi.
Esempi.
(-6)x(-3) = 18 , (-6) (-3) = 2

Formula

Scrittura che, per mezzo di simboli opportuni, rappresenta una proposizione, una regola o un risultato. La formula esprime, in generale, la uguaglianza o la disuguaglianza tra due membri. Per esempio, la formula per conoscere la velocita periferica di un volano e cosi indicata:

$$V = \frac{2\pi\cdot n\cdot r}{60}$$

dove: V = velocita periferica in m/s.
n = numero giri/min del volano
r = raggio in m del volano
Se conosciuti. n = 214 e r=0,6 m
avremo: $V=\frac{6,28x214x0,6}{60} = 13,44$ m/s

segue

Rapporto - Proporzione

- Riordinamento dei termini -

Con riferimento alla formula precedente, se sono conosciuti V e n si puo trovare r con la seguente formula riordinata

$$\frac{Vx60}{2\pi xn} = r$$

analogamente, conoscendo V e r, si puo trovare n con:

$$\frac{Vx60}{2\pi xr} = n$$

Pertanto qualsiasi formula con la forma a = b/c puo essere cosi riordinata:

$$axc = b \quad e \quad c = \frac{b}{a}$$

e supposta una formula

$$a = \frac{bxc}{d} \text{ allora:}$$

$$d = \frac{bxc}{a}, \quad \frac{axd}{c} = b, \quad \frac{axd}{b} = c$$

Questo metodo si puo applicare direttamente, solo se tutte le quantita del numeratore e del denominatore sono monomi.

Se sono collegate dal segno + oppure - (polinomi), il numeratore o denominatore completo, deve spostarsi come un'unita.

Per esempio dati.

$$\frac{b+c}{a} = \frac{d+e}{f} \text{ per risolvere f si fa.}$$

$$\frac{f}{a} = \frac{d+e}{b+c}, \quad f = \frac{a(d+e)}{b+c}$$

- Trasposizione dei termini -

Una quantita preceduta dal segno + o - puo essere trasposta dal lato opposto, del segno uguale, cambiando il suo segno; se il segno e + cambiarlo in - dall'altro lato; se il segno e - cambiarlo in+

Esempio: b+c = a-d ,
allora b+c+d = a
b = a-d-c
c = a-d-b

Rapporto

Si dice rapporto tra due numeri, il quoziente del primo diviso il secondo. Per esempio, il rapporto tra 6 e 12 e 1/2 e il rapporto tra 12 e 6 e 2.

Generalmente il rapporto si indica col segno ( ) Il rapporto di 12 a 6 si indica 12:6.

Un rapporto inverso e il reciproco del rapporto. Per esempio, il rapporto inverso di 4:6 e 6:4.

Ciascun termine, di un rapporto composto e il prodotto del corrispondente termine di piu rapporti semplici. Esempi.

12:4 = 3 , 8.2 = 4 , 10:5 = 2

il rapporto composto sara:

12x8x10:4x2x5 = 3x4x2
960:40 = 24

Proporzione

Si definisce come proporzione tra quattro numeri l'uguaglianza tra due rapporti.

Esempio: 18:9 = 30:15

I termini di una proposizione sono chiamati. "estremi" il primo e l'ultimo, "medi" il secondo e il terzo. Il prodotto dei "medi" e uguale al prodotto degli"estremi"

Pertanto:

30:3 = 80:8 e 3x80 = 30x8

Se tre termini di una proposizione sono conosciuti, il quarto (X) si trova con le seguenti regole:

X (estremo) e uguale al prodotto dei medi, diviso per l'estremo conosciuto.

Esempi.

$X.15 = 2:20 \qquad X = \frac{15x2}{20} = 1,5$

$1,5.15 = 2:X \qquad X = \frac{15x2}{1,5} = 20$

X (medio) e uguale al prodotto degli estremi, diviso per il medio conosciuto.

Esempi.

$1,5:X = 2:20 \qquad X = \frac{1,5x20}{2} = 15$

$1,5:15 = X.20 \qquad X = \frac{15x20}{15} = 2$

Se i medi sono uguali tra loro, essi sono il medio proporzionale tra i due estremi. cosi.

9:6 = 6:4

il 6 e il medio proporzionale tra 9 e 4. Il medio proporzionale tra due numeri si puo trovare estraendo la radice quadrata dal prodotto degli stessi, assumendo 4 e 16 avremo:

$4x16 = 64 \qquad \sqrt{64} = 8$

dove 8 e il medio proporzionale tra 4 e 16.

- Proporzioni dirette -

Esempi pratici.

segue

Potenze - Radici

Montaggio 12 auto,
tempo impiegato 144 ore.
montaggio 26 auto,
tempo occorrente X ore.

12:144 = 26:X

$$X = \frac{144x26}{12} = 312 \text{ ore.}$$

Costruzione 24 contenitori,
lamiera impiegata 38 m^2,
Costruzione 60 contenitori,
lamiera occorrente X m^2

38.24 = X:60

$$X = \frac{38x60}{24} = 95 \ m^2$$

- Proporzioni inverse -

Si chiama proporzione inversa, quando da una operazione si ha un incremento, mentre dall'operazione corrispondente si ha una diminuzione proporzionale o viceversa

Esempio:

Produzione determinata mensile.
numero macchine 20,
ore di lavoro settimanali 45.
Stessa produzione mensile,
numero macchine X,
ore di lavoro settimanali 36.

Le ore di lavoro settimanali sono inversamente proporzionali al numero delle macchine. Diminuendo le ore di lavoro, occorrera un maggiore numero di macchine. La proporzione inversa si indica cosi

20 macchine X macchine = 36 ore = 45 ore

$$\frac{20}{X} = \frac{36}{45} \qquad X = \frac{20x45}{36} = 25 \text{ macchine}$$

- Proporzioni dirette e inverse -

Quando due gruppi di dati sono entrambi relativi, con dirette e inverse proporzioni fra le varie quantita si usa la relazione matematica seguente:

$$\frac{\text{Prod. dati 1° gr diret. propor.}}{\text{Prod. dati 1° gr inver. propor.}} = \frac{\text{Prod. dati 2° gr diret. propor}}{\text{Prod. dati 2° gr. inver propor.}}$$

Esempio:

1° operaio
rettifica 60 valvole in un giorno di 8 ore, paga oraria L.1200 ora.
2° operaio:
rettifica 75 valvole in un giorno di 7 ore, paga oraria proporzionale L. X l'ora.

Il costo del lavoro per valvola e direttamente proporzionale al numero delle ore lavorate e alla paga oraria. Queste quantita si usano come numeratore. Il costo del lavoro per valvola, e inversamente proporzionale al numero delle valvole, prodotte al giorno.

Il numero delle valvole, prodotte in un giorno, sara posto come denominatore.

pertanto: $\frac{8x1200}{60} = \frac{7xX}{75}$

$$X = \frac{8x1200x75}{60x7} = 1714 \text{ lire orarie.}$$

Potenza di un numero reale

Prodotto di tanti fattori, uguali fra loro, quanti ne indica un'opportuno numero detto "esponente"

Per esempio il fattore 8, elevato al quadrato, si indica con l'esponente (^{2}), cosi.

$8^2 = 8x8 = 64$

Un numero puo essere elevato ad ogni potenza, come fattore, per quante volte richiesto. Cosi il cubo, o terza potenza, del numero 5 sara. $5^3 = 5x5x5 = 125$

la quarta potenza di 2 e:

$2^4 = 2x2x2x2 = 16$

la quinta potenza di 6 e:

$6^5 = 6x6x6x6x6 = 7776$ e cosi via.

Radice di un numero

La radice quadrata di un numero dato e quel numero che, moltiplicato per se stesso, riproduce il numero dato.

Esempio:

Radice quadrata di 36 ($\sqrt{36}$) e uguale a 6 (6x6 = 36)

La radice cubica di un numero dato e quel numero che, usato tre volte come fattore, riproduce il numero dato.

Esempio:

Radice cubica di 216 ($\sqrt[3]{216}$) e uguale a 6 (6x6x6 = 216)

La radice quarta ($\sqrt[4]{}$), quinta ($\sqrt[5]{}$), ecc. si risolvono con analoghi procedimenti.

Nota - Nel passato, per facilitare i calcoli matematici, si usavano le tabelle con quadrati, cubi, radici, ecc. Oggi con i calcolatori elettron. e tutto piu facile.

Reciproco - Potenze decimali - Allegazione

Reciproco

Reciproco di un numero a e quel numero $\frac{1}{a}$ tale che moltiplicato con il numero dato, riproduce l'unita.
Cosi il reciproco di 8 e 1:8 = = 0,125 e 0,125x8 = 1.

Potenze posizionali decimali

Questo tipo di numerazione posizionale decimale, si presta sia alla lettura che alla scrittura rapida dei numeri, facilita i procedimenti operativi sui numeri stessi, ed e facilmente estensibile alla rappresentazione di numeri decimali finiti o illimitati, periodici o non periodici.
Qualsiasi numero, puo essere convertito in una potenza di 10, per mezzo delle seguenti regole:
1a) Se il numero e intero o intero con decimali, la virgola si colloca o si sposta a sinistra subito dopo la prima cifra; l'indice (positivo) avra il valore del numero degli spazi di cui si e spostata la virgola.
Esempi.

$$7571228 = 7{,}571228 \times 10^6$$
$$232{,}47 = 2{,}3247 \times 10^2$$
$$82 = 8{,}2 \times 10$$

2a) Nei numeri con decimali, la virgola si sposta a destra dopo il primo numero e l'indice (negativo) avra il valore degli spazi di cui si e spostata la virgola.
Esempi.

$$0{,}981 = 9{,}81 \times 10^{-1}$$
$$0{,}003 = 3 \times 10^{-3}$$
$$0{,}000152 = 1{,}52 \times 10^{-4}$$

- Moltiplicazione -

Si esegue moltiplicando i fattori e ponendo come indice il risultato della somma degli indici.
Esempi.

$$(5{,}25 \times 10^{-2}) \times (6{,}1421 \times 10 = (5{,}25 \times 6{,}1421) \times 10^{-2-1} = 32{,}246 \times 10^{-1}$$

$$(3{,}55 \times 10^{-3}) \times (5{,}223 \times 10) \times (2{,}328 \times 10^5) = (3{,}55 \times 5{,}223 \times 2{,}328) \times (10^{-3+1+5}) = 43{,}16 \times 10^3$$

(arrotondato il primo fattore al secondo decimale)

$$(8{,}225 \times 10^4) \times (3{,}827 \times 10^2) = (8{,}225 \times 3{,}827) \times 10^{4+2} = 31{,}477 \times 10^6$$

(arrotondato il primo fattore al terzo decimale)

- Divisione -

Si esegue dividendo i fattori fra loro.
Si sottrae l'indice del divisore da l'indice del dividendo (entrando nel conteggio coi segni rispettivi) il risultato e l'indice del quoziente.
Esempio:

$$(8{,}135 \times 10^{-2})\ (3{,}25 \times 10) = (8{,}135 . 3{,}25) \times (10^{-2-1}) = 2{,}5031 \times 10^{-3}$$

Con numeri di diversa grandezza da moltiplicare o dividere avremo per esempio:

$$\frac{220 \times 314 \times 0{,}0018}{27324 \times 0{,}003 \times 0{,}0112} =$$

$$= \frac{(2{,}2 \times 10^2) \times (3{,}14 \times 10^2) \times (1{,}8 \times 10^{-3})}{(2{,}7324 \times 10^4) \times (3 \times 10^{-3}) \times (1{,}12 \times 10^{-2})} =$$

$$= \frac{(2{,}2 \times 3{,}14 \times 1{,}8)\,(10^{2-2-3})}{(2{,}7324 \times 3 \times 1{,}12)\,(10^{4-3-2})} =$$

$$= \frac{12{,}434 \times 10}{9{,}181 \times 10^{-1}} =$$

$$= 1{,}3544 \times 10^{1-(-1)} = 1{,}3544 \times 10^2 = 135{,}44$$

Allegazione

Per allegazione si intende la preparazione di una lega metallica.
Questa si ottiene aggiungendo, a un metallo fondamentale, uno o piu metalli, o elementi non metallici.
Quando si voglia conoscere il prezzo medio, per unita di peso (P) di una lega, si applica la formula:

$$P = \frac{2 \cdot 1 + b \cdot 2 + c \cdot 3 + d \cdot 4}{a+b+c+d}$$

dove le lettere a, b, c, d, ecc. rappresentano il peso dei vari componenti, i numeri 1, 2, 3, 4, ecc. i rispettivi prezzi per unita di peso.
Esempio:
Una lega metallica e composta di.

segue

Allegazione - Equazioni

30 kg di stagno a 270 lire il kg
35 kg di piombo a 36 lire il kg
15 kg di antim. a 72 lire il kg
5 kg di rame a 135 lire il kg

$$P = \frac{30 \times 270 + 35 \times 36 + 15 \times 72 + 5 \times 135}{30+35+15+5} =$$

$$= \frac{11115}{85} = 130{,}76 \text{ lire al kg}$$

Equazioni

Una equazione e una relazione di uguaglianza tra due espressioni algebriche.

- Soluzione di equazioni di primo grado ad una incognita -

Eliminare le parentesi (svolgendo le operazioni indicate) Portare da un lato (rispetto al segno di uguaglianza) tutti i termini contenenti le incognite, dall'altro lato tutti i termini noti.
Semplificare l'equaz. alla forma:

$$ax = b$$

e dividere la quantita nota (b) per il coefficiente dell'incognita (a)
Esempio:

$$36x - 9 = 19x + 25$$
$$36x - 19x = 25 + 9$$
$$17x = 34$$
$$x = 2$$

- Soluzione di un sistema di equazioni di primo grado a 2 incogn. -

Ridurre il sistema di equazioni alla forma semplificata.

$$\begin{cases} ax + by = c \\ a_1x + b_1y = c_1 \end{cases}$$

allora $x = \frac{cb_1 - c_1b}{ab_1 - a_1b}$ $\quad y = \frac{ac_1 - a_1c}{ab_1 - a_1b}$

Esempio (col metodo dei determinanti)

$$7x + 6y = 4$$
$$9x - 3y = 27$$

$$x = \frac{4\ (-3) - 27 \cdot 6}{7\ (-3) - 9 \cdot 6} =$$

$$= \frac{-12-162}{-21-54} = \frac{-174}{-75} = 2{,}32$$

Il valore di y puo essere ora piu facilmente trovato, inserendo il valore di x in una equazione.
Esempio:

$$9 \cdot 2{,}32 - 3y = 27$$
$$9 \cdot 2{,}32 - 27 = 3y$$
$$20{,}88 - 27 = 3y$$
$$-6{,}12 = 3y$$

$$y = \frac{-6{,}12}{3} = -2{,}04$$

- Soluzione di equaz. di 2° grado (quadratiche) con una incognita

Ridurre l'equazione alla forma:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

si ha la formula risolutiva:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

il termine $b^2 - 4ac$ di tale formula si chiama discriminante e si indica con Δ, le due radici sono reali e distinte se $\Delta > 0$, sono reali e coincidenti se $\Delta = 0$, sono complesse e coniugate se $\Delta < 0$.
1° Esempio:
data l'equazione $2x^2 + 24x + 22 = 0$

$$\text{si ha: } x = \frac{-24 \pm \sqrt{24^2 - 4 \cdot 2 \cdot 22}}{2{,}2} = \frac{-24 \pm \sqrt{400}}{4}$$

In questo caso, essendo il discriminante positivo, le due soluzioni (x_1 e x_2) sono reali e distinte cioe:

$$x_1 = \frac{-44}{4} = -11 \qquad x_2 = \frac{-4}{4} = -1$$

2° Esempio- Dato un triangolo rettangolo avente l'ipotenusa di 9 m ed un lato piu lungo dell'altro di 2 m, trovare la misura dei due lati. Chiamando x un lato e x+2 l'altro lato, abbiamo per il teorema di Pitagora:

$$x^2 + (x+2)^2 = 9^2$$

cioe $x^2 + x^2 + 4x + 4 = 81$, $2x^2 + 4x = 77$

$$2x^2 + 4x - 77 = 0$$

ora applicando la formula risolutiva si ottiene:

$$x = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 + 4 \cdot 2 \cdot 77}}{2{,}2}$$

$$x_1 = \frac{-4 + 25{,}14}{4} = 5{,}285$$

$$x_2 = \frac{-4 - 25{,}14}{4} = -7{,}285$$

In questo caso si deve scegliere il valore positivo (5,285)
La lunghezza dei due lati e x = = 5,285 m e x+2 = 7,285 m.

- Equazione biquadratica -

E' una equazione algebrica di quarto grado incompleta del tipo:

$$ax^4 + bx^2 + C = 0$$

La sua risoluzione si riconduce a quella di una equazione di secondo grado mediante la sostituzione

$$x^2 = y$$

Proporzioni geometriche

Geometria - Parte della matematica che studia lo spazio, le figure in esso contenute e le proprietà che derivano dai rapporti di uguaglianze, di simmetria, di similitudini tra esse.

Triangolo rettangolo proprietà

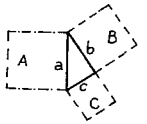


Fig. 1

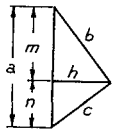


Fig. 2

Il quadrato sul lato opposto dell'angolo retto (ipotenusa) e uguale alla somma dei quadrati sui lati che formano l'angolo retto. $a^2=b^2+c^2$, $b^2=a^2-c^2$, $c^2=a^2-b^2$ $a=\sqrt{b^2+c^2}$; $b=\sqrt{a^2-c^2}$; $c=\sqrt{a^2-b^2}$ (Fig. 1) Se b e c sono i cateti, a l'ipotenusa, h l'altezza e su a, n e m due tratti dell'ipotenusa, allora $c^2=n\cdot a$; $b^2=m\cdot a$; $h^2=n\cdot m$. (Fig. 2)

Triangolo equilat uguaglianza

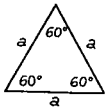


Fig. 3

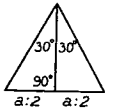


Fig. 4

Quando 3 lati sono uguali, anche i 3 angoli sono uguali, il loro valore è 60°. Quando 3 angoli sono uguali anche i 3 lati sono uguali. (Fig. 3) Se una linea divide un angolo in 2 parti uguali, essa divide anche il lato opposto in 2 parti uguali e forma con esso un angolo retto. (Fig. 4)

Triangoli proprietà

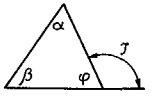


Fig. 5

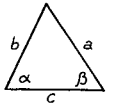


Fig. 6

La somma degli angoli di un triangolo è sempre uguale a 180°. $\alpha+\beta+\varphi=180°$; $\alpha=180°-(\beta+\varphi)$; $\beta=180°-(\alpha+\varphi)$ $\varphi=180°-(\alpha+\beta)$ Se un lato è prolungato, l'angolo esterno che forma è uguale alla somma dei 2 angoli opposti. $\gamma=\alpha+\beta$ (Fig. 5) l'angolo > è quello opposto al lato > . Se a è > di b allora l'angolo α è > di β La somma della lunghezza di 2 lati, è sempre > del 3° lato (Fig. 6)

Triangoli similitudine

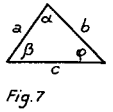


Fig. 7

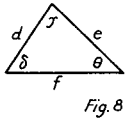


Fig. 8

Quando i 3 lati sono proporzionali ai corrispondenti lati dell'altro triangolo. Se a:b:c=d:e:f, allora $\alpha=\gamma$, $\beta=\delta$; $\varphi=\theta$. Quando gli angoli dei 2 triangoli sono uguali. Se $\alpha=\gamma$, $\beta=\delta$, $\varphi=\theta$, allora a b c = d d f (Figg. 7-8)

Triangoli uguaglianza

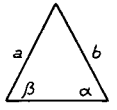


Fig. 9

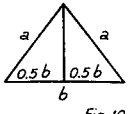


Fig. 10

Quando 2 lati sono uguali, anche gli angoli opposti a questi sono uguali. a=b; β=α. Quando 2 angoli sono uguali, anche i lati opposti a questi angoli sono uguali. β=α; a=b. (Fig. 9) Una bisettrice dal vertice dell'angolo dei 2 lati uguali, divide a metà l'angolo stesso ed è perpendicolare alla base; (Fig. 10)

Proporzioni geometriche

Triangoli uguaglianza

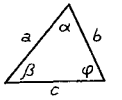


Fig. 11

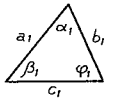


Fig. 12

Quando sono uguali due angoli e un lato. Se $\alpha=\alpha_1$, $b=b_1$, allora anche $\varphi=\varphi_1$; $b=b_1$, $c=c_1$. Quando sono uguali due lati e un angolo. Se $a=a_1$; $b=b_1$; $\alpha=\alpha_1$, allora anche $c=c_1$; $\beta=\beta_1$, $\varphi=\varphi_1$. Se sono uguali i tre lati. Se $a=a_1$; $b=b_1$; $c=c_1$, allora anche $\alpha=\alpha_1$; $\beta=\beta_1$; $\varphi=\varphi_1$

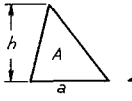


Fig. 13

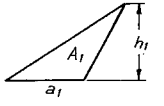


Fig. 14

Due triangoli aventi uguale base e uguale altezza, hanno uguale area. Se $a=a_1$ e $h=h_1$, allora area A = area A_1. (Figg. 13-14)

Angoli uguaglianza

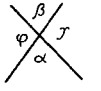


Fig. 15

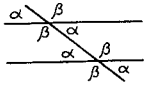


Fig. 16

Due linee che si intersecano hanno gli angoli opposti uguali $\alpha=\beta$ $\varphi=\gamma$ (Fig. 15) Una linea che interseca due linee parallele, forma angoli corrispondenti uguali. (Fig. 16)

Parallelogrammi uguaglianza

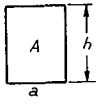


Fig. 17

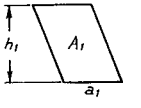


Fig. 18

Due parallelogrammi aventi uguale base e uguale altezza, hanno uguale area. Se $a=a_1$, $h=h_1$ allora area A = area A_1 (Figg. 17-18)

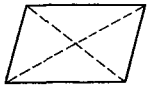


Fig. 19

Fig. 20

I lati e gli angoli opposti sono uguali, le diagonali ognuna divide in due parti uguali, fra loro si dividono a metà (Fig. 19) la somma degli angoli interni di qualsiasi figura avente quattro lati è uguale a 360°, $\alpha+\beta+\varphi+\gamma=360°$ (Fig. 20)

Circoli proprietà

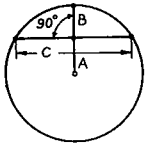


Fig. 21

Se il raggio di un circolo è ad angolo retto con una corda, questa viene divisa in due parti uguali. Il valore dei due segmenti del raggio saranno invece:

segmento $A=\sqrt{R^2-(C/2)^2}$

segmento B = R - A. (Fig. 21)

Proporzioni geometriche

Circoli — tangenza

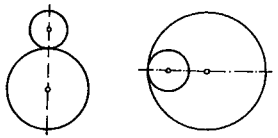


Fig.22 Fig.23

Se 2 circoli sono tangenti tra loro, la linea che passa per i loro centri, passa anche sul punto di tangenza. (Figg. 22-23)

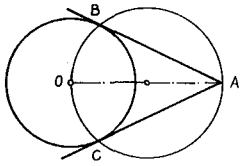


Fig.24

Tangenti da un punto esterno di un circolo. Unire il punto esterno A col centro del circolo O. Centrando sulla meta di questa linea, tracciare un circolo. I punti di intersecazione B e C dei 2 circoli sono i punti di tangenza. (Fig. 24)

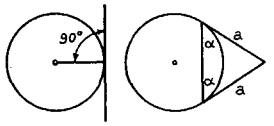


Fig.25

Fig.26

Una linea tangente ad un circolo e a 90° col raggio sul punto di tangenza (Fig.25) Da un punto esterno, 2 tangenti ad un circolo sono uguali e formano angoli uguali con la corda allineata ai 2 punti di tangenza. (Fig. 26)

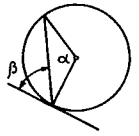


Fig.27

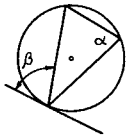


Fig.28

Una tangente e una corda, tracciata dal punto di tangenza, formano un angolo: che e meta dell'angolo al centro che sottende la corda. $\beta = 0,5\ \alpha$ (Fig.27) Uguale all'angolo periferico che sottende la corda. $\beta = \alpha$ (Fig.28)

proporzionalità

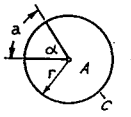


Fig.29

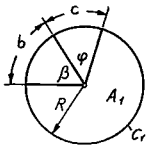


Fig.30

Archi circolari aventi lo stesso angolo al centro sono proporzionali ai loro raggi. Se $\alpha = \beta$, allora $a:b = r:R$. In 2 circoli diversi, le circonferenze sono proporzionali ai loro raggi, le aree al quadrato dei loro raggi. $C:C = r:R$, $A:A = r^2\ R^2$ (Fig.29-30) Gli archi di uno stesso circolo sono proporz. ai corrispond. angoli al centro. $b:c = \beta:\varphi$. (Fig.30)

segue

Proporzioni geometriche

proporzionalità

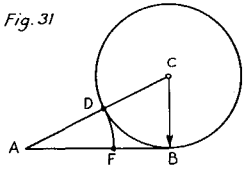


Fig.31

Sezione aurea - E' la parte di un segmento che e media proporz. fra tutto il segmento e la parte rimanente. Per un segmento di lunghezza a: $a/e(\sqrt{5}-1)$ Soluzione grafica $AB=2R$, $AF=AD$, $AF^2=AB \cdot FB$ oppure $AB:AF=AF:BF$ oppure AF (sezione aurea) di $AB)=AB \cdot 0,618034$. (Fig.31)

Circoli uguaglianza

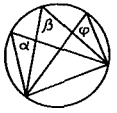


Fig.32

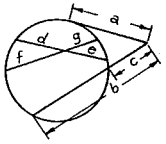


Fig.33

Gli angoli inscritti in uno stesso segmento di cerchio sono uguali fra loro. $\alpha = \beta = \varphi$ (Fig.32) Se 2 corde si intersecano in un circolo, il prodotto dei loro segmenti e uguale. $d \cdot e = f \cdot g$. Se da un punto esterno una linea e tangente e l'altra interseca il circolo, allora il quadrato della tangente e uguale al prodotto della linea intersecante per il segmento esterno della stessa. $a^2 = b \cdot c$. (Fig.33)

similitudine

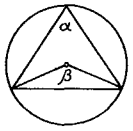


Fig.34

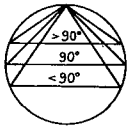


Fig.35

Un angolo alla circonferenza e la meta dell'angolo al centro che insiste sullo stesso arco. $\alpha = 0,5\beta$. (Fig.34) Un angolo che sottende una corda e: ottuso (>90°) se il segm. circ. e < della meta del circolo; acuto (<90°) se il segm. circ. e > della meta del circolo; retto (90°) quando la corda coincide con il diametro. (Fig.35)

Quadratura del circolo

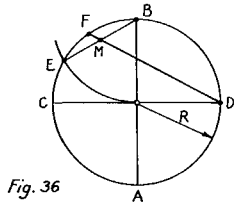


Fig.36

Soluzione geometrica approssimata al secondo decimale della quadratura del circolo

$$\sqrt{\pi} = 1,7724538.$$

$\overline{BE} = R$, $\overline{BM} = \overline{ME}$
$\overline{DF}$ (passante per M) =
= (lato del quadrato) = R 1,77
(Fig. 36)

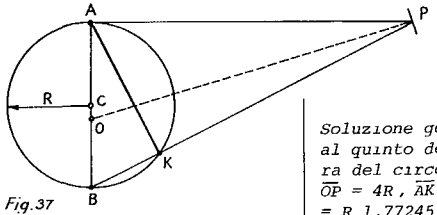


Fig.37

$$\sqrt{\pi} = 1,7724538.$$

Soluzione geometrica approssimata al quinto decimale della quadratura del circolo. $AP \perp AB$, $\overline{CO} = 1/6\overline{R}$ $\overline{OP} = 4R$, $\overline{AK}$ (lato del quadrato) = = R 1,77245.

Numeri di Renard o normali

Serie fondamentale

La serie di numeri normali, sono progressioni geometriche che contengono fra i loro termini, tutte le potenze intere (positive o negative) di 10. Le serie hanno per ragione

$R5\ \sqrt[5]{10}$

$R10\ \sqrt[10]{10}$

$R20\ \sqrt[20]{10}$

$R40\ \sqrt[40]{10}$

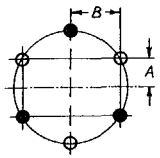
Moltiplicati o divisi fra loro i numeri normali, danno per risultato altri numeri normali. I valori di R10 si raddoppiano ogni 3 termini, quelli di R20 e R40 ogni 6 e 12 termini. Inserendo fra due termini della serie R40 il prodotto della loro media aritmetica (eventualmente arrotondata per difetto) si ottiene la serie supplementare R80 da usare solo in casi eccezionali.

Serie fondamentale di numeri normali Serie R5	R10	R20	R40	Valori calcolati	Valori fondam. arrotondati Serie Ra5	Ra10	Ra20	Valori complem	Valori fondam. arrotondati Serie Ra5	Ra10	Ra20	Valori complem.
10	10	10	10	10,000	0,1	0,1	0,1		10	10	10	
			10,6	10,593			0,11				11	
		11,2	11,2	11,220		0,12	0,12	0,13		12	12	13
			11,8	11,885			0,14	0,15			14	15
	12,5	12,5	12,5	12,589	0,16	0,16	0,16	0,17	16	16	16	17
			13,2	13,335			0,18	0,19			18	19
		14	14	14,125		0,2	0,2	0,21		20	20	21
			15	14,962			0,22	0,24			22	24
16	16	16	16	15,849	0,25	0,25	0,25	0,26	25	25	25	26
			17	16,788			0,28				28	30
		18	18	17,783		0,3	0,3	0,32		32	32	34
			19	18,836			0,35	0,38			36	38
	20	20	20	19,953	0,4	0,4	0,4	0,42	40	40	40	42
			21,2	21,135			0,45	0,48			45	48
		22,4	22,4	22,387		0,5	0,5	0,52		50	50	52
			23,6	23,714			0,55	0,58			56	60
25	25	25	25	25,119	0,6	0,6	0,6	0,63	63	63	63	68
			26,5	26,607			0,7	0,75			70	75
		28	28	28,184		0,8	0,8	0,85		80	80	85
			30	29,854			0,9	0,95			90	95
	31,5	31,5	31,5	31,623	1	1	1		100	100	100	105
			33,5	33,497			1,1				110	120
		35,5	35,5	35,491		1,2	1,2			125	125	130
			37,5	37,584			1,4	1,3			140	150
40	40	40	40	39,811	1,6	1,6	1,6	1,5	160	160	160	170
			42,5	42,170			1,8	1,7			180	190
		45	45	44,668		2	2	1,9		200	200	210
			47,5	47,315			2,2	2,1			220	240
	50	50	50	50,119	2,5	2,5	2,5	2,4	250	250	250	260
			53	53,088			2,8	2,6			280	300
		56	56	56,234		3	3			315	315	340
			60	59,566			3,5	3,3			355	380
63	63	63	63	63,096	4	4	4	3,8	400	400	400	420
			67	66,834			4,5	4,2			450	480
		71	71	70,795		5	5	4,8		500	500	530
			75	74,989			5,5	5,2			560	600
	80	80	80	79,433	6	6	6	5,8	630	630	630	670
			85	84,140			7	6,5			710	750
		90	90	89,125		8	8	7,5		800	800	850
			95	94,406			9	8,5			900	950
100	100	100	100	100,000	10	10	10	9,5	1000	1000	1000	

-Valori fondamentali arrotondati- Sono derivati dai numeri normali della serie in ordine di preferenza, Ra5, Ra10, Ra20. (I valori complementari, prossimi alla serie R40 non sono in progressione geometrica e, insieme alla serie R80, sono principalmente usati per esprimere tolleranze in grandezze di numeri normali) Essi trovano applicazione nelle grandezze fondamentali. diametri, lunghezze, superfici, volumi, massa, capacità. Potenze di macchine e apparati in Watt, volt, velocità, fattori di potenza, ecc. Pressioni, unità di calore, temperature di impianti termici. Rapporti caratteristici di numeri per ogni genere di unità. (Rif. UNI 2016)

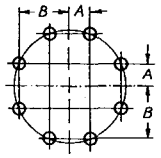
Coordinate per fori ugualmente distanziati su una circonferenza

Moltiplicare le costanti indicate per il diam. del cerchio primitivo



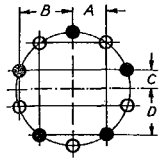
3 Fori
6 Fori

A = 0,25000



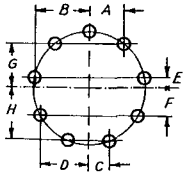
8 Fori

A = 0,19134
B = 0,46194



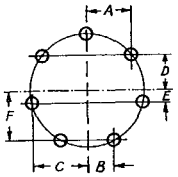
5 Fori
10 Fori

A = 0,29389
B = 0,47553
C = 0,15451
D = 0,40451



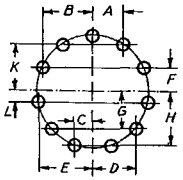
9 Fori

A = 0,32139
B = 0,49240
C = 0,17101
D = 0,43302
E = 0,08682
F = 0,25000
G = 0,38302
H = 0,46985



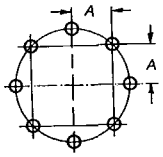
7 Fori

A = 0,39092
B = 0,21694
C = 0,48746
D = 0,31175
E = 0,11127
F = 0,45049



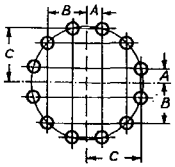
11 Fori

A = 0,27032
B = 0,45481
C = 0,14087
D = 0,37787
E = 0,49491
F = 0,20772
G = 0,32744
H = 0,47975
K = 0,42063
L = 0,07117



8 Fori

A = 0,35355

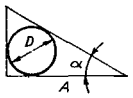


12 Fori

A = 0,12941
B = 0,35355
C = 0,48296

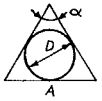
Calcolo di una sezione circolare max entro una determinata figura

Triangolo rettangolo



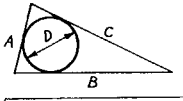
$$D = A\left(\frac{2}{1 + \cot g\ \alpha/2}\right)$$

Triangolo isoscele



$$D = A\left(\frac{1}{tg\alpha/2 + sec\alpha/2}\right)$$

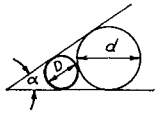
Triangolo qualsiasi



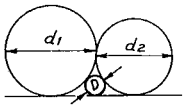
$$D = \sqrt{\frac{(A+B-C)\,(A+C-B)\,(B+C-A)}{(A+B+C)}}$$

segue

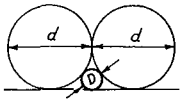
segue: Calcolo di una sez. circol. max entro una determinata figura



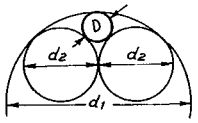
$$D = d\left(\frac{1 - \text{sen}\ \alpha/2}{1 + \text{sen}\ \alpha/2}\right)$$



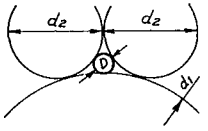
$$D = \frac{d_1\ d_2}{(\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2}$$



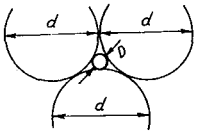
$$D = \frac{d}{4}$$



$$D = K^2\left(\frac{1}{2K + 2d_2}\right)$$
$$K = d_1 - \sqrt{d_1^2 - 2d_1\ d_2}$$



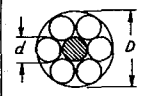
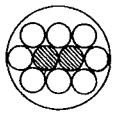
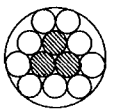
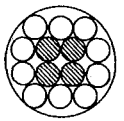
$$D = K^2\left(\frac{1}{2K + 2d_2}\right)$$
$$K = \sqrt{d_1^2 + 2d_1 d_2} - d_1$$



$$D = 0{,}1547\ d$$

Calcolo di una sezione circolare D per N sezioni circolari d
(Quattro di alcune possibili soluzioni)

N° delle sezioni d componenti il nucleo (trattegg. nel disegno)

	1 (dispos. A)	2 (dispos. B)	3 (disposiz. C)	4 (disposiz. D)
Disposizione per una corona completa				

N° N delle sez.(compr.il nucleo) per 1 strato(n=1) completo sul nucl.

N	7	10	12	14
Diam. D	3d	4d	4,055d	4,386d

Per un N° diverso di strati (n) compr.il nucleo, si calcola N e D con

N	$3n^2+3n+1$	$3n^2+5n+2$	$3n^2+6n+3$	$3n^2+7n+4$
D	$(2n+1)d$	$(2n+2)d$	$(1+2\ n^2+n+1/3)d$	$(1+\sqrt{4n^2+5{,}644n+2})d$

Per un N° N di sez.(compr. il nucleo) il diam. D e = al fattore Kxd

disposiz. A		disposizione B				disposizione C			
N	K	N	K	N	K	N	K	N	K
2 – 7	3	2	2	43÷48	8	3	2,155	70÷75	10,018
8 ÷13	4,464	3 – 4	2,732	49÷52	8,550	4 – 6	3,309	76÷78	10,238
14÷19	5	5 – 8	3,646	53÷56	8,810	7 ÷12	4,055	79÷84	10,452
20÷31	6,292	9 ÷10	4	57÷60	8,937	13÷18	5,163	85÷90	10,866
32÷37	7	11÷14	4,606	61÷64	9,185	19÷21	5,619	91–97	11,214
38÷43	7,928	15÷18	5,359	65÷68	9,544	22÷27	6,033	Esempio:	
44÷55	8,211	19÷22	5,583	69÷70	9,660	28÷30	6,773	disposiz. A	
56÷61	9	23÷24	6	71–74	9,888	31–36	7,110	N=27,d=5	
62÷73	9,718	25÷26	6,196	75÷76	10	37÷42	7,429	K(in tab.)=	
74÷85	10,165	27÷30	6,568	77÷84	10,539	43÷48	8,024	= 6,292	
86÷91	11	31÷34	7,083	85÷88	10,644	49÷54	8,572	diametro D =	
92÷97	11,392	35÷38	7,245	89÷92	10,849	55÷63	9,083	= 6,295x5 =	
–	–	39÷42	7,557	93÷96	11,149	64÷69	9,326	= 31,46.	

Per N > di 10000, D=d(1+ N:0,907) Formula approssimata entro il 2%.

Sezione C

FISICA

Tabella degli elementi

Elemento	S.	N° at.	Massa atom.	Massa molare g/mol	Temper fus. °C	Temper eb. °C	Calore sp. kJ/(K mol)	Calore fus. kJ/(K mol)	Calore evap. kJ/(K mol)	Massa volum. g/cm³
Afnio	Hf	72	178,49	178,49	2200	3500	25,7	21,76	661,07	13,276
Alluminio	Al	13	26,982	26,982	660	2400	24,4	10,67	293,72	2,698
Americio	Am	95			990	2600				13,67
Antimonio	Sb	51	121,75	121,75	630	1640	25,2	19,83	67,91	6,692
Argento	Ag	47	107,868	107,868	961	2160	25,4	11,30	255,06	10,500
Argon	Ar	18	39,948	39,948	-189	-186	20,8	1,18	6,52	,00178
Arsenico	As	33	74,922	74,922	613		24,6			5,776
Astato	At	85			300	350				
Attinio	Ac	89			1230	2400	14,3			10,06
Azoto	N	7	14,007	28,013	-210	-196	29,1	0,72	5,59	,00125
Bario	Ba	56	137,34	137,34	710	1600	26,4	7,66	150,92	3,594
Berillio	Be	4	9,012	9,012	1285	2470	17,8			1,846
Berkelio	Bk	97			986					14,79
Bismuto	Bi	83	208,98	208,98	271	1550	25,5	11	207	9,803
Boro	B	5	10,81	10,81	2030	3700	11,1	22,18	538,9	2,466
Bromo	Br	35	79,904	159,808	-7	59	75,7	10,54	30,0	3,12
Cadmio	Cd	48	112,40	112,40	321	770	26,0	6,07	99,9	8,647
Calcio	Ca	20	40,08	40,08	840	1494	26,3	8,66	150,0	1,53
Californio	Cf	98								
Carbonio	C	6	12,011	12,011	3700		8,5			2,266
Cerio	Ce	58	140,12	140,12	800	3000	25,9	9,20	313,8	6,711
Cesio	Cs	55	132,905	132,905	28	685	31,0	2,13	65,90	1,90
Cloro	Cl	17	35,453	70,906	-101	-34	33,9	6,41	20,41	,00321
Cobalto	Co	27	58,933	58,933	1494	2900	24,8	15,23	382,4	8,80
Cromo	Cr	24	51,996	51,996	1860	2600	23,3	13,81	348,78	7,194
Curio	Cm	96			1340					13,3
Disprosio	Dy	66	162,55	162,55	1410	2600				8,531
Einstenio	Es	99								
Elio	He	2	4,0026	4,0026	-270	-269	20,8	0,02	0,08	,00017
Erbio	Er	68	167,26	167,26	1520	2600	28,2	17,15	298,88	9,044
Europio	Eu	63	151,96	151,96	830	1400	26,7	10,46	175,73	5,248
Fermio	Fm	100								
Ferro	Fe	26	55,85	55,85	1540	2800	25,1	15,36	351,04	7,873
Fluoro	F	9	18,998	37,997	-220	-188	31,3	5,10	6,54	,00170
Fosforo	P	15	30,947	123,10	44	280	95,2			1,82
Francio	Fr	87			30	650				
Gadolinio	Gd	64	157,2	157,2	1310	2900	36,5	15,48	311,71	7,87
Gallio	Ga	31	69,72	69,72	30	2800	25,9	5,59	256,06	5,905
Germanio	Ge	32	72,59	72,59	958	2830	23,3	31,8	334,3	5,232
Idrogeno	H	1	1,079	2,0158	-259	-253	28,8	0,11	0,90	,00009
Indio	In	49	114,82	114,82	157	2000	26,7	3,26	226,35	7,29
Iodio	I	53	126,905	253,81	114	185	54,4	0,02	41,71	4,953
Iridio	Ir	77	192,2	192,2	2450	4500	25,1	26,36	563,58	22,55
Itterbio	Yb	70	173,04	173,04	824	1500	21			6,966
Ittrio	Y	39	88,906	88,906	1510	3300	26,5	17,15	393,30	4,475
Kripton	Kr	36	83,80	83,80	-157	-153	20,8	1,64	9,03	,00373
Lantanio	La	57	138,91	138,91	920	3400	27,6	11,30	399,57	6,174
Litio	Li	3	6,94	6,94	180	1330	23,6	3,02	134,68	0,533
Lutezio	Lu	71	174,97	174,97	1656	3315	26,9			9,842
Magnesio	Mg	12	24,305	24,305	650	1100	23,9	8,95	128,66	1,738
Manganese	Mn	25	54,938	54,938	1250	2050	26,3	14,64	219,74	7,473

segue

Tabella degli elementi

Elemento	S.	N° at.	Massa atom.	Massa molare g/mol	Temper. fus. °C	Temper. eb. °C	Calore sp. kJ/(K·mol)	Calore fus. kJ/(K·mol)	Calore evap. kJ/(K·mol)	Massa volum. g/cm³
Mendelevio	Md	101								
Mercurio	Hg	80	200,59	200,59	-39	357	28,0	2,30	59,15	13,546
Molibdeno	Mo	42	95,94	95,94	2620	4600	24,1	27,61	594,13	10,222
Neodimio	Nd	60	144,24	144,24	1024	3100	30,1	10,88	283,68	7,00
Neon	Ne	10	20,18	20,18	-249	-246	20,8	0,34	1,77	,00090
Nettunio	Np	93	237,048	237,048	640					20,45
Nichel	Ni	28	58,71	58,71	1455	2800	26,1	17,61	371,83	8,907
Niobio	Nb	41	92,906	92,906	2400	5000	24,6	26,78	696,64	8,587
Nobelio	No	102								
Olmio	Ho	67	164,93	164,93	1470	2300	27,3	17,15	251,04	8,797
Oro	Au	79	196,967	196,967	1064	2650	25,4	12,36	324,43	19,281
Osmio	Os	76	190,2	190,2	3030	5000	24,7	29,29	627,60	22,58
Ossigeno	O	8	15,944	31,999	-219	-183	29,4	0,44	6,92	,00143
Palladio	Pd	46	106,4	106,4	1554	3000	26,0	16,74	393,3	11,995
Piombo	Pb	82	207,2	207,2	328	1750	26,4	4,77	179,41	11,343
Platino	Pt	78	195,09	195,09	1772	3800	25,9	19,66	510,45	21,45
Plutonio	Pu	94			640	3200	33			19,814
Polonio	Po	84			254	960	26			9,4
Potassio	K	19	39,10	39,10	63	760	29,2	2,32	77,53	0,862
Praseodimio	Pr	59	140,908	140,908	935	3000	28,5	10,04	332,63	6,779
Promezio	Pm	61			1000	2700	28			7,22
Protoattinio	Pa	91			1200	4000	28			15,37
Radio	Ra	88			700	1500	27,0	8,37	136,82	5,0
Radon	Rn	86			-71	-62	20,8	2,9	16,4	,00973
Rame	Cu	29	63,55	63,55	1078	2580	24,4	13,05	304,6	8,933
Renio	Re	75	186,2	186,2	3180	5600	25,5	33,05	707,1	21,023
Rodio	Rh	45	102,906	102,906	1963	3700	25,0	21,76	495,39	12,42
Rubidio	Rb	37	85,467	85,467	39	710	30,4	2,34	69,20	1,533
Rutenio	Ru	44	101,07	101,07	2300	4100	24,1	25,52	567,77	12,36
Samario	Sm	62	150,4	150,4	1047	1600	27,1	11,09	191,63	7,536
Scandio	Sc	21	44,956	44,956	1500	2800	25,5	16,11	304,8	2,992
Selenio	Se	34	78,96	78,96	220	685	25,4	5,44	26,32	4,804
Silicio	Si	14	28,08	28,08	1410	2400	20,0	46,44		2,329
Sodio	Na	11	22,990	22,990	98	887	28,4	2,60	89,04	0,966
Stagno	Sn	50	118,69	118,69	232	2720	27,0	7,20	290,37	7,285
Stronzio	Sr	38	87,62	87,62	769	1377	25,1	9,20	138,91	2,583
Tallio	Tl	81	204,37	204,37	303	1460	26,3	4,27	162,09	11,871
Tantalio	Ta	73	180,95	180,95	3000	5400	25,4	31,38	753,12	16,67
Tecnezio	Tc	43	97	97	1900	4300	23			11,496
Tellurio	Re	52	127,6	127,6	450	990	25,7	17,49	50,63	6,247
Terbio	Tb	65	158,925	158,925	1360	2500	29			8,267
Titanio	Ti	22	47,90	47,90	1670	3300	25,0	15,48	428,86	4,508
Torio	Th	90	232,038	232,038	1700	4500	27,4	15,65	543,92	11,725
Tulio	Tm	69	168,943	168,943	1550	2000	27			9,325
Tungsteno	W	74	183,85	183,85	3387	5300	24,3	35,22	799,14	19,254
Uranio	U	92	238,029	238,029	1130	4020	27,5	15,48	422,58	19,05
Vanadio	V	23	50,941	50,941	1920	3400	24,9	17,57	458,57	6,09
Xenon	Xe	54	131,30	131,30	-112	-108	20,8	2,30	12,64	,00589
Zinco	Zn	30	65,38	65,38	419	907	25,4	7,38	115,31	7,135
Zirconio	Zr	40	91,22	91,22	1850	4400	25,4	16,74	581,58	6,507
Zolfo	S	16	32,06	256,48	115	445	181	11,28	76,96	2,086

Massa volumica

Una delle caratteristiche che individuano un corpo e la quantità di materia che lo costituisce detta massa. E poiche una certa massa di un certo corpo puo occupare un volume diverso a seconda delle condizioni in cui si trova (per esempio allo stato solido o fluido) cioe a seconda dello stato fisico, una caratteristica che subito ne deriva e la massa contenuta nell'unita di volume o massa volumica. Con il termine densita si intende il rapporto tra due masse volumiche. La densita e quindi un numero puro che esprime, rispetto alla massa volumica di una certa sostanza assunta come riferimento, quanto e piu grande o piu piccola la massa volumica presa in considerazione. Poiche l'acqua a 4 °C ed alla pressione atmosferica normale (101325 Pa) ha massa volumica unitaria (kg/dm³), la densita delle varie sostanze, riferita all'acqua, coincide con la loro massa volumica espressa in kg/dm³

Pertanto in tabella: 1 dm³ o 1 litro del corpo ha una massa di y kg 1 m³ vale y t. 1 dm³ od 1 litro di gas ha una massa di 0,001293 y kg = 1,293 y g. 1 m³ di gas ha una massa di 1,293 y kg.

Temperatura di fusione o di solidificazione

Ogni corpo comincia a liquefarsi ad una temperatura determinata e costante che si chiama temperatura di fusione. La temperatura rimane invariata dall'istante in cui comincia la fusione fino all'istante in cui e compiuta. Lo stesso vale per la solidificazione.

Temperatura di ebollizione

L'ebollizione comincia quando la pressione del vapore che si sviluppa e uguale alla pressione esterna o dell'ambiente in cui a luogo l'ebollizione. Se la pressione rimane costante, rimane costante anche la temperatura di ebollizione, la quale resta invariabile per tutta la durata dell'azione.

a) Metalli e leghe metalliche

Corpo	Massa volumica y	Corpo	Massa volumica y
Acciaio	7,85	Elektron	1,8
" in getti	7,8	Ferro fuso	7,88
" rapido	8,1÷9,0	" " fluido	6,88
" saldato	7,9	" in barre	7,6÷7,75
" inox 18/8	7,88	" magnetico	4,9÷5,2
Alluminio 99,5-99,8	2,7	" omogeneo	7,85
Argentana (alpacca)	8,4÷8,7	" ordin. saldab.	7,8
Argento laminato	10,5÷10,6	Ghisa bianca	7÷7,8
" fuso	10,42÷10,53	" comune	7÷7,25
" " fluido	9,51	" grigia	7÷7,4
Bismuto fuso fluido	10,055	" fusa fluida	6,9÷7,0
" " in getti	9,82	Lega Wood	9,7
Bronzo 8-14 Sn	7,4÷8,9	Leghe all.lav.plast.	
" d'alluminio	7,7	Lega allum. Cu5,5	2,82
" da fonderia	8,5÷8,9	" " Cu4,4	2,80
" fosforoso	8,8	" " Cu4	2,79
Costantana	8,8	" " Mg5	2,65
Cuprallumino Al4	8,4	" " Mg2,5	2,68
" Al5	8,2	" " Mg1	2,70
" Al9	7,7	" " Mg0,9	2,69
" Al13-5	7,2÷8,5	" " Mg0,8	2,70
Delta metallo	8,6	" " Mg0,5	2,71

segue

Massa volumica

segue: a) Metalli e leghe metalliche

Corpo	Massa volumica y	Corpo	Massa volumica y
Lega allum. Mn1,2	2,72	Leghe spec. di rame	
" " Si12	2,69	Lega Cu71 Zn28 Sn1	8,54
" " Si1	2,69	" Cu77 Zn21 Al2	8,33
Leghe allum. fonderia		" Cu58 Zn39 Al1	8,36
Lega allum. Cu10	2,95	" Cu60 Zn38 Sn1	8,40
" " Cu4,5	2,80	Leghe rame da fond.	
" " Cu3	2,80	Lega Cu60 Zn40	8,32
" " Mg0,7	2,62	" Cu60 Zn36	8,46
" " Ni2	2,80	" Cu60 Zn38 Pb2	8,35
" " Si21	2,68	" Cu60 Zn34 Pb2	8,49
" " Si13	2,65	" Cu60 Zn39 Pb1	8,30
" " Si12,7	2,68	" Cu62 Zn36 Pb1	8,37
" " Si12	2,67	Cuprolega Cu88 Al9	7,6
" " Si9	2,68	" Cu85 Al11	7,5
" " Si8,5	2,76	" Cu81 Zn11	7,5
" " Si7	2,68	Lega Ott. Cu59 Zn38	8,2
" " Si5	2,71	" " Cu56 Zn39	8,1
" " Si4,5	2,65	" " Cu62 Zn37	8,5
" " Si2	2,70	Manganina	8,4
" " Sn6	2,83	Metallo per campane	8,8
" " Zn5	2,80	" bianco	7,1
Leghe magn.lav.plast.		Monel K	8,47
Lega magn.L-ZW3	1,80	Nichel fuso	8,3
" " E	1,78	" martellato	8,4÷8,65
" " LM	1,76	" trafilato	8,5÷8,9
Leghe magn. fonderia		Oro coniato	19,50
Lega magn. Al8,5	1,80	" fuso	19,25
" " RZ5	1,84	" martellato	19,3÷19,35
" " Lbe-ZRE1	1,80	" trafilato	19,36
" " Tbe	1,81	Piombo fuso	11,25÷11,37
" " Pbe-ZT1	1,83	" " fluido	10,37
Leghe rame lav.plast.		" laminato	11,4
Lega rame Cu60 Zn40	8,39	Platino fuso getti	21,15
" " Cu63 Zn37	8,48	" martellato	21,3÷21,5
" " Cu65 Zn35	8,47	Rame elettrolitico	8,9÷8,95
" " Cu67 Zn33	8,50	" fuso	8,63÷8,80
" " Cu70 Zn30	8,53	" " fluido	8,22
" " Cu72 Zn28	8,54	" laminato	8,82÷8,95
" " Cu80 Zn20	8,67	" trafilato	8,8÷9,0
" " Cu85 Zn15	8,75	Stagno fuso	7,2
" " Cu90 Zn10	8,80	" " fluido	7,025
Leghe rame-ott.al Pb		" laminato	7,3÷7,5
Lega Cu58 Zn40 Pb2	8,40	Zinco fluido fuso	6,48
" Cu59 Zn39 Pb2	8,40	" fuso in getti	6,86
" Cu63 Zn35 Pb2	8,43	" laminato	7,13÷7,20

b) Corpi solidi vari

Corpo	Massa volumica y	Corpo	Massa volumica y
Acetilcellulosa	1,25	Acido silicilico am.	2,2
Acido fenico (0°)	1,08÷1,09	" " crist.	2,6

segue

Massa volumica

segue: b) Corpi solidi vari

Corpo	Massa volumica γ	Corpo	Massa volumica γ
Acido stearico (20°)	0,941	Calcite	1,8÷2,8
Agata	2,5÷2,8	Calcopirite	5,5÷5,8
Alabastro	2,3÷2,8	Calcosina	4,1÷4,3
Allume	1,71	Canfora	0,955
" anidro	2,66	Carbone antracite	1,4÷1,7
Allumina	2,6÷2,7	" cok del gas	1,4÷1,8
" cristalliz.	3,7÷4,7	" " pezzi	0,6
Amalgama naturale	13,7÷14,1	" " polv	1,25÷1,40
Ambra	1,0÷1,1	" legna dolce	0,3÷0,4
Amianto (asbesto)	2,1÷2,8	" " forte	0,4÷0,6
" cartone	1,2	" privo aria	1,4÷1,5
Amido in pezzi	1,53	" matt.press.	1,25
Amminoplastici stamp.		Carborundo	3,12÷3,20
" riemp.inorgan.	2,0	Carta	0,7÷0,15
" " miner.	2,0	Caucciu greggio	0,92÷0,96
" " organ.	1,6	Celluloide	1,37÷1,40
Analcime	2,1÷2,3	Cellulosa	1,50
Anidrite	2,96	Cemento in polvere	1,45÷1,75
Apatite	3,16÷3,22	Ceppo	2,2÷2,3
Aragonite	3,0	Cera	0,95÷0,98
Ardesia schistosa	2,65÷2,70	" carnauba	0,95÷0,96
" lavagna	2,1	" d'api	0,94÷0,97
Arenaria	2,2÷2,5	" montana	0,93÷0,97
" artificiale	2,0÷2,1	Cereali	0,45÷0,75
Argilla asciutta	1,52	Ceresina	0,91÷0,92
" fresca di esc.	1,67÷2,85	Cinabro (HgS)	8,12
" caolino(porc.)	2,2	Cloronaftaline	1,50÷1,60
" chistosa	2,76÷2,88	Cloruro di bario cr	3,7
Asfalto (bitume)	1,1÷1,5	" " calcio	2,2÷2,24
Avorio	1,80÷1,92	" " zinco	2,75
Bakelite	1,4	Cobalto polverizz.	8,6÷9,5
Basalto	2,7÷3,2	" grigio	6,0÷6,1
Bevola	2,6	Colla	1,25÷1,28
Biacca	6,7	Colofonia	1,07
Biossido di manganese	3,7÷4,6	Copale	1,1
Blenda (di zinco)	3,9÷4,2	Corallo	2,68
Borace	1,75	Corindone	3,9÷4,0
Calamina	4,1÷4,5	Cristallo di rocca	2,6
Calcare tenero	2,0÷2,4	" artificiale	2,9÷3,4
Calce malta asciutta	1,65	Cromato potass.dopp.	1,78
" " umida	1,78	Cromite	4,3÷4,6
" spenta	1,15÷1,25	Cuoio ingrass.	1,01÷1,05
" viva in pezzi	0,9÷1,3	" secco	0,86
Calcio aragonite	2,71÷3,0	Dinamite	1,4÷1,6
" carbonato	2,75÷2,95	Diorite	2,7÷3,0
" carburo	2,26	Ebanite	1,15
" cloruro(CaCl2)	2,20÷2,24	Ematite rossa	4,9
" " (CaCl2+6H2O)	1,61÷1,68	Eternit e simili	1,8÷2,2
" fosfato	3,18	Etilcellulosa	1,14
" ossido (CaO)	3,08÷3,18	Feldspato	2,53÷2,58
" spato calcare	2,6÷2,8	Fenolici da stampag.	
Calcestruzzo	1,80÷2,45	" riemp.amianto	1,80

segue

Massa volumica

segue: b) Corpi solidi vari

Corpo	Massa volumica γ	Corpo	Massa volumica γ
Fenolici r.far.legno	1,45	Mica	2,65÷3,20
" r. fib. poliam.	1,25	Minio (di piombo)	8,6÷9,1
" " " vetro	1,85	Mola (pietra quarz)	1,25÷1,60
" " minerale	1,85	Muratura matt.asc.	1,42÷1,55
" " misto	1,65	" " fresca	1,57÷1,70
" " tessuto cot.	1,40	Naftalina	1,15
Ferobestos (am.e res)	1,67÷1,75	Neve (stato ordin.)	0,125
Fibre di acetilcell.	1,25	Nylon	1,125
" " lana	1,27÷1,32	Nitro del Chili	2,26
" " seta	1,37	Ocra (terra Siena)	3,5
" " tess.cellul.	1,50	Oligisto	3,4÷3,9
Fluorite	3,1÷3,2	Olivina	3,3÷3,5
Galatite	1,3÷1,42	Opale	3,2
Galena di piombo	7,3÷7,6	Orneblenda	3,1÷3,3
Gelatina	1,27	Orpimento	3,4÷3,5
Gesso	2,3	Ossido di ferro	5,25
" cotto	1,81	" " zirconio	5,73
" fuso secco	0,97	Osso	1,7÷2,0
Ghiaccio	0,88÷0,92	Paraffina	0,87÷0,91
Giallamina (spato Zn)	4,1÷4,5	Pece da catrame	1,07÷1,10
Giallo di cromo	6,0	Pietra calcare	2,45÷2,80
Gneiss	2,4÷2,7	" focaia	2,6÷2,8
Gomma arabica	1,31÷1,45	" pomice	0,37÷0,90
" gutta	1,2	Pirite di ferro	4,9÷5,1
" in media	1,45	Pirolusite	3,7÷4,6
Grafite	1,6÷2,3	Pirosseno	3,1÷3,5
Granata (pietra)	3,4÷4,3	Pirrotite	4,6÷4,7
Granito	2,50÷3,05	Pomice naturale	0,4÷0,9
" di Baveno	2,7	Polistirolo espanso	0,016
Grassi	0,92÷0,94	Porcellana	2,3÷2,5
Gres	2,6	" chinese	2,4÷2,5
Guttaperca	0,96÷0,99	" di Sevres	2,6
Ilmenite	4,7÷4,9	" " Vienna	2,2÷2,5
Lava basaltica	2,8÷3,0	Porfido	2,6÷2,9
" vulcanica	1,7÷2,6	Porfirite	2,5÷2,8
Leucite	2,5÷2,6	Potassa (carbonato)	2,26÷2,39
Lignite	1,2÷1,5	" caustica anidra	2,1
Limonite	3,4÷3,95	Potasso pruss.giallo	1,5
Lino (essicc. aria)	1,5	Pozzolana	1,28
Linoleum (cilindri)	1,15÷1,30	Quarzo	2,5÷2,8
Litargirio officin.	9,3÷9,4	Resine:	
" naturale	7,93÷7,98	" elastiche	1,26
Magnetite	5,1	" fluorocarbon	2,06÷9,30
Magnesia	3,2	" gommose	0,93÷1,28
Magnesite(dolomite)	2,9÷3,0	" aramid. Kevlar	1,44÷1,45
malachite	3,7÷4,1	" perfl. Kalrez	2,02
Marmo di Carrara	2,72	" poliacetaliche	1,41÷1,42
" ordinario	2,52÷2,85	" poliammide	1,04÷1,15
Marna dura	2,5	" polietileniche	1,38
" terrosa	2,3	" Silicone elast.	1,2÷1,5
Mattoni forti	1,6÷2,0	" fluor.Viton	1,80÷1,86
" ordinari	1,4÷1,55	Rossetto inglese	3,5÷3,8

segue

Massa volumica

segue: b) Corpi solidi vari

Corpo	Massa volumica γ	Corpo	Massa volumica γ
Rubino orientale	3,9÷4,1	Talco	2,7
Sabbia asciutta	1,4÷1,6	Teflon (P.T.F.E.)	1,26
" grossa	1,4÷1,5	Terra arg. asc.	1,6÷1,9
" umida	1,9÷2,05	" " fresca	2,0
Sale amaro cristall.	1,7÷1,8	" d'Umbria	2,2
" ammoniaco	1,5÷1,6	" magra asc.	1,3÷1,4
" anidro	2,6	Tetraedrite	4,3÷5,3
" da cucina	2,15÷2,17	Topazio	3,5÷3,6
" di saturno	2,4	Torba piciosa	0,84
Salgemma	2,28÷2,41	" terrosa	0,64
Salnitro	1,95÷2,08	Tormalina	2,94÷3,24
Schiuma di mare	0,99÷1,28	Trachite	2,6÷2,8
Scorie d'alti forni	2,5–3,0	Travertino	2,2÷2,5
Segala (semi)	0,68÷0,79	Tridinite	2,3
Sego	0,90÷0,97	Tripolo	1,6
Serpentino	2,4÷2,7	Tufo carcareo	1,2÷1,9
Siderite	3,7÷3,9	" in pezzi	1,3
Sienite	2,6÷2,8	" mattonelle	0,8÷0,95
Silice asciutta	1,8	" vulcanico	1,1÷1,8
" terra silicea	2,66	Vetriolo di rame	2,2÷2,3
" umida	2,0	" " zinco	2,04
Smalto(azzurro cob.)	6,37÷7,30	" verde(ferro)	1,8÷1,98
Smeraldo verde	2,68÷2,73	Vetro al quarzo	2,20
Smeriglio	3,5÷4,0	" da tavola	2,18
Soda anidra	2,5	" " bottiglie	2,49
" cristallina	1,45	" per finestre	2,49
Spato calcare	2,6÷2,8	" Pyrex	2,23
Stronzianite	3,7	" al piombo	4,28
Spermaceti(b.di bal.)	0,88÷0,94	" crown leggero	2,90
Spinello	3,6	" " pesante	3,56
Steatite	2,6÷2,8	" flint	3,26÷3,55
Stibina	4,6÷4,7	" per fibra tess.	2,46
Sughero	0,24	" " fibre	2,53
" espanso	0,10	Zucchero bianco	1,61

segue: c) Legnami vari

Legno	Massa volumica γ stagion.	Massa volumica γ fresco	Legno	Massa volumica γ stagion.	Massa volumica γ fresco
Abete bianco	0,37÷0,75	0,77÷1,23	Frassino	0,57÷0,94	0,70÷1,14
" rosso	0,35÷0,74	0,40÷1,07	Ginepro	0,65	0,85
Acacia	0,58÷0,85	0,75÷1,00	Guaiaco(l.s)	1,17÷1,69	-
Acero	0,53÷0,81	0,83÷1,05	Hickory	0,60÷0,90	-
Betulla	0,51÷0,77	0,80÷1,09	Ippocastano	0,58	-
Bosso	0,91÷1,15	1,20÷1,26	Larice	0,47÷0,56	0,81
Carpino	0,62÷0,82	0,92÷1,25	Leccio(elce)	0,71÷1,07	-
Cedro	0,57	-	Melo	0,66÷0,84	0,95÷1,26
Ciliegio	0,76÷0,84	1,05÷1,18	Mogano	0,56÷1,06	-
Ebano	1,26	-	Noce	0,60÷0,81	0,91÷0,92
Elce (q.i.)	0,71÷1,07	-	Olivo	0,85	1,10÷1,15
Faggio b.	0,68÷0,82	0,78÷1,18	Olmo	0,56÷0,82	0,78÷1,18
" ros.	0,66÷0,83	0,85÷1,12	Ontano	0,42÷0,68	0,63÷1,01

segue

Massa volumica

segue: c) Legnami vari

Legno	Massa volumica γ stagion.	Massa volumica γ fresco	Legno	Massa volumica γ stagion.	Massa volumica γ fresco
Palissandro	0,90	-	Rovere	0,70÷1,05	-
Pero	0,61÷0,73	0,96÷1,07	Salice	0,49÷0,59	0,79
Pino(selv.)	0,31÷0,76	0,38÷1,08	Sorbo	0,69÷0,89	0,87÷1,13
Pioppo	0,39÷0,59	0,61÷1,07	Susino	0,68÷0,90	0,87÷1,17
Pitch pine	0,83÷0,85	-	Sughero	0,24	-
Pomo	0,66÷0,73	0,96÷1,07	Teak	0,9	-
Prugno	0,68÷0,90	0,87÷1,17	Tiglio	0,32÷0,59	0,58÷0,87
Quercia	0,69÷1,03	0,93÷1,28			

segue: d) Liquidi (15°C salvo diversa indicazione)

Liquido	Massa volumica γ	Liquido	Massa volumica γ
Acetofenone	1,030	Alcole benzil.(20°)	1,045
Acetone (20°)	0,79	" cinnamico	1,044
Acido acetico glac.	1,055	" etilico	0,79
" butirrico	0,964	" " 95%	0,809
" carbonico(0°)	0,94	" metilico	0,796
" cloridico 10%	1,05	" " (4°)	0,81
" " 20%	1,10	Aldeide (0°)	0,80
" " 30%	1,15	" acetica	0,783
" " 40%	1,20	" benzoica	1,050
" clorosolfonico	1,79	" crotonica	0,860
" di cloro acetico	1,552	" enantica	0,850
" fenico greggio	0,95÷0,97	Amilene norm.	0,660
" formico	1,220	Anidride acetica	1,082
" nitrico 17%	1,10	Anilina	1,022
" " 25%	1,15	Anisol (16°)	1,00
" " 40%	1,25	Benzina	0,68÷0,84
" " 47%	1,30	" avio	0,720
" " 94%	1,50	Benzoato di etile	1,047
" oleico	0,90	Benzolo	0,789
" propionico	0,992	Bromo	3,19
" solforico 7,5%	1,05	Bromuro di etilene	2,182
" " 27%	1,20	Butilene norm.	0,635
" " 50%	1,40	Carbonio	1,265
" " 87%	1,80	Catrame	1,1÷1,26
" " fumante	1,89	Chinolina	1,095
" solf.cond(-20°)	1,49	Cicloesano	0,778
" " " (0°)	1,43	Cloro	1,38
" " "	1,39	Cloroformio (18°)	1,48
Acqua	0,99913	Cloropicrina	1,66
" (25°)	0,99707	Cloruro di acetile	1,105
" di mare	1,02÷1,03	" " benzile	1,103
" distillata (0°)	0,99987	" " benzoile	1,211
" " (4°)	1,00	" " etile	0,921
" ossigenata	1,465	" " metilene	1,336
" pesante	1,107	" " pirosolf.	1,84
" ragia	0,86÷0,88	" " solforile	1,67
Albume di ova	1,04	" " tionile	1,68
Alcole amilico(20°)	0,81	" " zolfo	1,68
" assoluto	0,794	Creosoto (olio di)	1,04÷1,10

segue

Massa volumica

segue: d) Liquidi (15°C salvo diversa indicazione)

Liquido	Massa volumica γ	Liquido	Massa volumica γ
Cresoli greggi	4,055	Olio da motori	0,893
Cresolo meta	1,201	" di olivo	0,92
Dibromometano	2,501	" " papavero	0,92
Diclorometano	1,329	" " paraffina	0,80
1,2 dimetilbenzene	0,880	" pesante	0,962
1,3 "	0,866	" di pino	0,85÷0,86
1,4 "	0,863	" " resina	0,94÷0,97
Dipentene	0,85÷0,86	" " ricino	0,97
Eptano	0,685	" " silicone	0,76
Esano norm.	0,660	" da trasformat.	0,87
Etanolo	0,791	" di trement.veg.	0,85
Etere etilico (0°)	0,74	" " " min.	0,75÷0,79
" di petrolio	0,67	" " valeriana	0,97
Eugenolo	1,065	" lubr.min.(20°)	0,90÷0,93
Fenilidrazina	1,098	Ossigeni liquido	1,124
Fenolo	1,060	Pentano norm.	0,626
" greggio	0,95÷0,97	Percloroetilene	1,628
Furfurolo	1,159	Petrolio grezzo	0,75÷0,95
Gasolio risc.	0,83	" lamp.	0,78÷0,85
Glicerina pura (0°)	1,26	Piombotetraetile	1,620
" 50% acq.(0°)	1,13	Piperidina	0,859
Grasso	0,92	Piridina	0,981
Guaiacolo	1,12÷1,14	Pirrolo	0,948
Iprite	1,27	1-propanolo	0,805
Latte intero	1,028	Sale soluz.14% Na Cl	1,10
" medio	1,030	" " 26% " "	1,20
" magro	1,032	Spirito di legno(0°)	0,80
Lisciva di potassa KOH		Solfuro di carbonio	1,29
" " " 12%	1,10	Tetraclorometano	1,597
" " " 31%	1,30	Tetracloruro	
" " " 62%	1,70	" di silicio	1,48
" " soda Na OH		" " stagno	2,28
" " " 13%	1,15	Terpinolo (16°)	0,87
" " " 22%	1,15	Tiofene	1,062
" " " 66%	1,70	Toulidina orto	1,000
Mercurio	13,559	Toluolo	0,867
" (0°)	13,5956	Trementina	0,85
" (25°)	13,533	Triclorometano	1,486
Metanolo	0,793	Tricloruro	
Nafta (20°)	0,76	" d'antimonio	3,06
Nitrito di anile	0,872	" d'arsenico	2,16
Nitritodi etile	0,900	" di fosforo	1,57
Nitrobenzolo	1,203	Trioleina	0,91
Octano	0,704	Vetriolo di rame	
Olio di canfora	0,91	" 15% CuSO4+5H20	1,10
" " colza greggio	0,92	" 28% "	1,15
" " " raff.	0,91	Vetriolo di zinco	
" " cotone	0,92	" 17% ZNSO4+7H20	1,10
" " creosoto	1,04÷1,10	" 55% "	14,0
" " lavanda	0,88	Vino	0,92÷1,00
" leggero	0,922	Xilolo	0,862
" di lino cotto	0,94		

segue

Massa volumica

e) Gas e vapori (0°C-760 mmHg salvo div ind.) aria atm. secca = 1

Gas o vapore	Massa volumica γ	Gas o vapore	Massa volumica γ
Acetilene	0,9120	Etere metilico	1,6319
Acido bromidrico	2,819	Etilene	0,9751
" cloridrico	1,268	Fluoro	1,312
" fluoridrico	0,713	Fluoruro di metile	1,1951
" iodidrico	4,4776	" " silicio	3,630
" solfidrico	1,175	Fosgene (15°)	3,505
" solforoso	2,250	Gas illuminante	0,34÷0,45
Ammoniaca	0,596	Idrogeno	0,06952
Anidride carbonica	1,5292	" solforato	1,1906
" solforosa	1,2638	Metano	0,5545
Argo	1,3775	Neon	0,6963
Azoto	0,7694	Ossido d'azoto	1,04
Benzolo	2,69	" di carbonio	0,9672
Bromo (228°)	5,5243	Ossigeno	1,1056
Butano	2,067	Ozono	1,658
Cianuro	1,81	Propano	1,5622
" di idrogeno	0,95	Propilene	1,498
Cloro	2,486	Protossido d'azoto	1,5299
Cloroformio	4,21	Solfuro di carbonio	2,644
Cloruro di metile	1,7848	Vapore di alcole	1,601
Diossido di zolfo	2,23	" " acqua	0,6233
Elio	0,1380	" " etere	2,586
Etano	1,0493	" " mercurio	6,94
Etere	2,56	" " solfo	6,617

Velocita del suono nei vari materiali

Materiali solidi	VL	VT	VE	Gas (aeriformi) e acqua	°C	m/s
	km/s					
Acciaio inox	5,98	3,30	5,28	Argon	0	307,8
Alluminio	6,37	3,11	5,10	Aria atm.(secca,	0	331,46
Calcestruzzo	4,25÷5,25	-	-	0,03% CO_2)	20	343,37
Ferro dolce	5,95	3,22	5,19	Azoto	0	337
Ghiaccio (-4°)	3,98	1,99	3,28	Carbonio diossido	0	259
Ghisa	4,99	2,81	4,48	" monossido	0	337
Granito	5,40	-	-	Cloro	20	219
Magnesio	5,82	3,16	5,08	Elio	0	971,9
Mattoni	-	-	3,65	Etano	31	316
Ottone	4,37	2,10	3,45	Etino (acetilene)	0	329
Perspex	2,70	1,33	2,18	Idrogeno	0	1286
Piombo	2,16	0,70	1,19	Metano	0	430
Platino	3,26	1,73	2,80	Neon	0	434
Polistirene	2,35	1,12	1,84	Ossigeno	30	332
Rame	4,76	2,33	3,81	Vaper d'acqua	100	405
Vetro (crown)	5,66	3,42	5,34	Acqua distillata	0	1402,4
" (pyrex)	5,64	3,28	5,17	" "	10	1447,2
" (flint)	4,26	2,56	4,00	" "	20	1482,3
" al quarzo	5,72	-	5,44	" di mare	-4	1430
Zinco	3,89	2,29	3,60	" " "	0	1450
VL = velocita longitudinali				" " "	10	1490
VT = " trasversali				" " "	20	1522
VE = " long. barre sottili				" " "	30	1546

Calore specifico e temperatura di fusione

Calore specifico di alcune sostanze da 0° a 100°C (salvo diversa indicazione) in J/(g °C) Calore specifico (c) di una sostanza e la quantità di energia necessaria per elevare di 1° l'unità di massa della sostanza; per definizione il calore specifico dell'acqua è uguale a 1 cal (4,1868J) nelle unità di misura considerate.

Temperatura di fusione o di solidificazione di vari corpi alla pressione di 760 mmHg. Ogni corpo comincia a liquefarsi a una temp. t (°C) determinata e costante che si chiama temperatura di fusione. La temp. rimane invariata dall'istante in cui comincia la fusione fino all'istante in cui è compiuta. Lo stesso vale per la solidif.

Corpo	c	t	Corpo	c	t
Acciaio dolce	0,488	1400	Benzina avio	2,22	
" duro	0,496	1300	Benzolo	1,716	
Acetone	2,177		Berillio met.	1,775	1290÷1315
Acido acetico	2,135		Bismuto (sald)		94÷128
" benzoico		121	Blenda	0,502	
" borico	0,994		Bronzo	0,380	900
" bromidrico		-87,7	Butano	2,340	
" carbonico	0,904		Cadmio	0,234	321
" " liq.		-78	Chamotte	1,051	1600÷1670
" cloridrico		-110	Calce viva	0,750	
" cianidrico		-15	Calcestruzzo	0,840	
" fluoridrico		-34	Canfora		175
" idridrico		-49,5	Caolino	0,938	
" ipoazotico		-9	Carbonato di c.	0,900	
" nitrico	2,769		" " m.	0,921	
" palmitico		62	" " s.	1,142	
" salicilico		157	Carbone di legna	1,011	
" solfidrico		-86	" fossile	0,854	
" solforico	1,380		" di storta	0,852	
" solforoso	0,649	-75	Carbonio		>3600
Acqua		0	Carborundo	0,540	2200
" a 15°	4,187		Carta di cellul.	1,340	
" di mare	3,930	-2,5	Caucciu	2,000	125
" in media	4,281		Cemento	0,741	
" pesante	4,210		Cenere di legno	0,837	
Alcole ass.	2,931		Cera bianca		69
" etilico	2,512	-100	" gialla		61
" metilico	2,471		Ceralacca		~150
Alizarina		290	Cianogeno		-35
Alluminio	0,896	658	Cloroformio		-70
Amianto	0,840		Cloruro di Al.		190
Ammoniaca	3,935	-76	" " Ba.		860
Anidride carbon.		-57,5	" " Bi.		232
Anilina	2,080	-8	" " Ca.	0,687	
Antracene		213	" " c.a.		722
Arenaria	0,795		" " Fe.		300
Argento	0,239		" " Pb.		500
Argentana	0,398		" " K		720
Argilla	0,880		" " " ss		-40
Aria	0,992		" " Na		776
Asfalto	0,934		" " " ss		-18
Azoto liquido	1,800		Coke	0,795	

segue

Calore specifico e temperatura di fusione

Corpo	c	t	Corpo	c	t
Cotone e lana veg.	1,339		Leghe rame Ott.b.	0,380	900÷1045
Costantana	0,410		" " " s.	0,380	865÷970
Cristobalite	1,122	1710	" " " Pb	0,380	880÷910
Cromite	0,900	2050	Leghe rame fond.		
Difenile		70,5	cuproleg.		1040
Duralluminio	0,920		ott.bin.		900÷925
Ebanite	1,423		speciali		860÷890
Elektron	1,005	625	Legno abete	2,721	
Essenza di trem.	1,742		" pero	2,093	
Etere	2,320	-118	" pino	2,721	
Farina fossile	0,888		" quercia	2,386	
Feldspato	0,800		" rovere	2,386	
Fenantrene		98÷100	Lignite	2,500	
Floruro di Ca		1378	Manganina	0,406	960
" " Na		992	Margarina		59,9
Ferro fuso	1,047		Marmo bianco	0,904	
Ferro	0,494		" grigio	0,879	
" (0° 200°)	0,544		Mattoni	0,879	
" (0° 500°)	0,661		" di silice	1,306	1650÷1750
" (0° 1200°)	0,670		Mercurio	0,139	
" omogeneo		1350÷1450	Metallo delta		950
" puro	0,469	1250	" monel	0,532	
" saldabile		1500÷1600	Metano		-184
" saldato	0,476		Naftalina		80
Gesso	0,823		Nero animale	1,092	
Ghiaccio a 0°	2,040		Nitrato cal.an.		561
Ghisa	0,500		" " s.a.		44
" bianca		1130	" di potas.	1,000	339
" grigia		1200	" " soda	1,165	313
Glicerina	2,428	-20	Nitroglicerina		11
Grafite	0,710		Oligisto	0,712	
Grassi animali	2,000	32÷40	Olio di albic.		-21
Invar	0,460		" " arach.		-7
Lana	1,500		" " comel.		-27,6
Latte	3,935		" " canapa		-6,25
Lega di Wood	0,167		" " colza		-3,50
Leghe all.lav.pl.			" " cotone		-12
anticorodal	0,960	532÷552	" " lana		-17,5
avional	0,960	510÷513	" " lino		-20
alluminio	0,920	535÷625	" da macchine	1,675	
" Mg0,8	0,840	625	" di mandorle		-10
peraluman	0,945	610	" " nafta	2,051	
magnesio	1,000	490÷610	" " nocciola		-20
Atesia	0,960	600÷650	" " noce		-20
Leghe all. fond.			" " oliva	1,296	-3
anticorodal	0,960	550÷640	" " papavero		-18
alluminio	0,960	525÷700	" " raviz.		-4
" Mg5	1,050	565	" " ricino	1,800	-18
inafond	0,960	550÷645	" " senapa		0
peraluman	0,960	545÷625	" " sesamo		-5
silumin	0,960	577	" " trement.	1,760	
Leghe rame lav.p.			Oro	0,129	

segue

Calore specifico e temperatura di fusione

Corpo	c	t	Corpo	c	t
Ossido di calcio		2570	Scorie di rame		1350
" " magnesio		2800	" " stagno		1300
" " piombo	0,214		Sego e grassi		32÷40
" " zirconio	0,657		Seta	1,340	
Ottone	0,393	1015	Sillimanite	0,733	1550
Paraffina	2,5	54	Soda caustica		322
Pentano		-131	Solfato di pot.	0,796	
Petrolio	1,890		" " soda	0,968	
Pietre (media)	0,879		Smalti		960
Piombo fuso	0,130		Solfo fuso	0,848	
Piriti di ferro	0,545		Solfuro di C		-113
Politetrafluoro-			Soluzione satura		-40
etilene (teflon)	1,047		" clor		-18
Porcellana	0,840	1500÷1600	Stagno saldat.	0,267	135÷200
Porporina		225	Stearina		50
Potassa caust.		360	Sughero	2,051	
Protossido d'az.		-100	Terra (media)	1,465	
Quarzo	0,793	1470	Terriccio fert.	1,842	
Rame (18 300°)	0,402		Toluolo	1,690	-94,5
" fuso	0,653		Trementina	1,956	
Resina acetalica			Tufo (pietra)	1,382	
Delrin	1,465		Vapor d'acqua	2,009	
Resina elastica			Vetro al Pb	0,804	1200
Vulkollan	1,840		Vetro		1000
Resina poliammi-			Volframio	0,138	3000
dica Ertalon		186÷225	Zolfo rombico	0,754	112,8
Sabbia	0,837		" monoclino		119
Saldatura forte		500	Zinco	0,389	
Scorie alto for	0,754	1300÷1430	Zucchero (canna)	1,150	

Coefficienti di contrazione o ritiro di alcuni corpi dalla temperatura di fusione fino a temperatura ordinaria

Corpi	Contrazione		
	lineare	superficiale	cubica
Acciaio colato	0,020 =1. 50	0,040 =1. 25	0,060 =1.17
" fuso al crogiolo	0,0139=1. 72	0,0278=1. 36	0,0417=1.24
" in getti	0,020 =1. 50	0,040 =1. 25	0,060 =1.17
" omogeneo	0,0156=1. 64	0,0312=1. 32	0,0468=1.21
Alluminio	0,0178=1. 56	0,0365=1. 28	0,0534=1.19
Bismuto	0,0040=1.250	0,0080=1.125	0,0120=1.83
Bronzo (Cu 89 Sn 11)	0,0075=1.133	0,0150=1. 66	0,0225=1:44
" da campane	0,0150=1. 66	0,0300=1. 33	0,0450=1.22
" d'alluminio	0,0189=1. 53	0,0378=1. 26	0,0567=1.18
Ferro	0,0140=1. 71	0,0280=1. 35	0,0420=1.24
Ghisa	0,0104=1. 96	0,0208=1. 48	0,0312=1.32
" malleabile	0,0208=1. 48	0,0416=1. 24	0,0624=1.16
Ottone	0,0154=1. 65	0,0308=1. 32	0,0462=1.22
Piombo	0,0109=1. 92	0,0218=1. 46	0,0327=1.31
Rame	0,008 =1.125	0,016 =1. 62	0,024 =1:42
Stagno	0,0078=1.128	0,0156=1. 64	0,0234=1:43
Zinco	0,0161=1. 62	0,0322=1. 31	0,0483=1.21

Conduttività termica di solidi, liquidi e gassosi

Il coefficiente di conduttività interna in W/(m °C) e la quantità di calore che passa attraverso 1 m² della sezione in 1 ora per 1 °C di differenza di temperatura fra due facce esterne e per una distanza di 1 metro fra le due facce.

Corpo	coeff.	Corpo	coeff.
Materiali solidi		Nichel silver	41,3
Alluminio	239	Ottone Cu 62	112
Amianto	0,35÷0,80	" " 85	159
Ardesia	2,1	Materiali artif.	
Argento	418	Elastomero	0,07÷0,23
Argilla	1,2÷1,3	Neoprene	0,19
Calcestruzzo	0,7÷1,2	Polipropilene	0,12
Carbone	0,21÷0,29	Materie plastiche	
Cotone	0,04÷0,08	Nylon	0,25
Cuoio	0,14÷0,16	Polietilene	0,45÷0,52
Ferro	80	Teflon	0,16÷0,25
Gesso	0,29	Vinilite	0,12÷0,17
Ghiaccio 0°	2,2	Vetro	
Granito	3,5	" comune	1,0
Lana min. di vetro	0,035÷0,045	" crown	0,8÷1,0
Legno secco	0,1÷0,2	" flint	0,85
" "	0,2÷0,35	" al Pb	0,6÷0,8
Lignite	0,9	" pyrex	1,1
Magnesio	159	Materiali da	
Marmo	2,8	costruzioni	
Mattoni asciutti	0,60÷0,80	Ardesia	2,0
Mica	0,5÷0,6	Arenaria	1,7
Nichel	91	Calcare, marmo	2,8
Oro	312	Cartone catramato	0,17
Pietra silicea	1,6÷2,1	Feltro	0,05
Piombo	35	Granito, basalto	3,5
Porcellana	1,0÷1,7	Linoleum	0,2
Rame	390	Polistirolo esp.	0,041
Sabbia	0,35	" fogli	0,035
Seta	0,035	" pall.	0,058
Sughero	0,045÷0,06	Porcellana	1,2
Titanio	20	PVC (pavimenti)	0,9
Terra	0,6÷1,2	Schiuma poliur	0,031
Zinco	112	Sughero compr	0,081
Leghe		Vetro da finestre	0,8
Acciaio C 0,85	46	Liquidi	
" " 0,15	59	Acqua	0,56
" inox Cr 12	25	" pesante	0,58
" " CR 19	17,3	Mercurio	8,2
" non legato	52	Olio per motori	0,145
Bronzo Cu 84	47÷58	" " trasform.	0,124
" " 91 Al 7	75	Petrolio	0,15
" " 95 Sn 5	71	Gassosi	
Costantana Cu 60	23	Aria, O_2, N_2	0,026
" " 55	21	Metano	0,033
Duralluminio Al 95	163	Freon 12	0,009
Ghisa	62	Idrogeno	0,183
" ordinaria	45	Neon	0,048
Grafite	0,49	Etano	0,021

Temperatura t, volume v, densita y dell'acqua (un. vol. e dens.a 4°C)

t	v	y	t	v	y	t	v	y
-10	1,00186	0,99815	32	1,00497	0,99505	120	1,0600	0,9435
-5	1,00070	0,99930	34	1,00563	0,99440	130	1,0694	0,9351
0	1,00013	0,99987	36	1,00632	0,99372	140	1,0795	0,9263
2	1,00003	0,99997	38	1,00706	0,99299	150	1,0903	0,9172
4	1,00000	1,00000	40	1,0078	0,9922	160	1,1018	0,9076
6	1,00003	0,99997	45	1,0099	0,9903	170	1,1145	0,8973
8	1,00012	0,99988	50	1,0121	0,9881	180	1,1279	0,8866
10	1,00027	0,99973	55	1,0145	0,9857	190	1,1429	0,8750
12	1,00048	0,99953	60	1,0171	0,9832	200	1,1590	0,8628
14	1,00073	0,99927	65	1,0198	0,9806	210	1,177	0,850
16	1,00103	0,99897	70	1,0227	0,9778	220	1,195	0,837
18	1,00138	0,99862	75	1,0258	0,9749	230	1,215	0,823
20	1,00177	0,99823	80	1,0290	0,9718	240	1,236	0,809
22	1,00221	0,99780	85	1,0324	0,9687	250	1,259	0,794
24	1,00268	0,99732	90	1,0359	0,9656	260	1,283	0,779
26	1,00320	0,99681	95	1,0396	0,9619	280	1,34	0,75
28	1,00375	0,99626	100	1,0434	0,9584	300	1,42	0,70
30	1,00435	0,99567	110	1,0515	0,9510	320	1,51	0,66

Miscele frigorifere

La minima temperatura che si puo produrre con una miscela e quella che corrisponde al punto di congelazione della miscela stessa. Con acido carbonico solido ed etere, si ottiene un abbassamento di temperatura, alla pressione atmosferica fino a -77° e, nel vuoto, fino a -103°C.

Sostanze della miscela	Parti in peso	Abbassam. di temp. da °C a °C	Sostanze della miscela	Parti in peso	Abbassam. di temp. da °C a°C
Salammoniaco Salnitro Acqua	1 1 3	10 -12	Salnitro Salammoniaco Acqua	1 1 1	8 -25
Carbonato sodico Nitrato ammon. Acqua	1 1 1	10 -14	Solfato sodico Nitrato ammon. Acido nitr.dil.	1,5 1,25 1	10 -25
Solfato sodico Salnitro Salammoniaco	1,6 1 1	10 -15	Sale da cuc. Neve o ghiaccio	1 3	0 -17
			Sale da cuc. Neve o ghiaccio	1 1	0 -18
Acqua Nitrato ammon. Acqua	3,2 1 1	10 -16	Cloruro calcico Neve o ghiaccio	1,5 1	0 -33
Solfato sodico Acido solf.dil.	1 1,25	10 -16	Idrato potass. Neve o ghiaccio	1,25 1	0 -37
Solfato sodico Acido cloridr	1,6 1	10 -18	Acido solf.dil. Neve o ghiaccio	1 1	0 -37
Solfato sodico Acido nitr.dil.	1,5 1	10 -19	Cloruro calcico Neve o ghiaccio	2 1	0 -42

Le miscele frigorifere agiscono per il gioco combinato dell'assorbimento di calore dovuto alla fusione e di quello dovuto alla soluzione.

Quantita di calore (potere calorifico)

Il potere calorifico e la quantita di calore in MJ, trasmesso all'esterno bruciando completamente 1 kg di combustibile in determinate condizioni e nell'ipotesi di ricondurre i prodotti ottenuti, alla temperatura iniziale, che avevano cioe combustibile e comburente (ossigeno dell'aria) avanti la combustione. Il potere calorifico superiore e inferiore si ha quando, nei prodotti della combustione, l'acqua in essi contenuta e ricondotta allo stato liquido o di vapore.

Combustibile	Quant. cal. sup.	Quant. cal. inf.	Combustibile	Quant. cal. sup.	Quant. cal. inf.
Acido stear. $C_{18}H_{36}O_2$	40,68	37,82	Butilene C_4H_8	48,57	45,51
Alcole etil. C_2H_6O	30,08	27,13	Etilene C_2H_4	50,24	47,10
Anilina C_3H_7N	36,84	35,17	Etano C_2H_6	51,71	47,31
Antimonio	4,019		Gas illuminante	41,70	37,26
Antracite	33,90	33,00	" d'acqua	16,45	14,99
Benzolo C_6H_6	41,87	40,13	" in bombola	50,00	46,00
Carbonio C in CO_2	34,08		" d'alto forno	3,22	3,17
" C in CO	10,22		Idrogeno H_2	142,8	120,2
Carbone di legna	29,31		Metano CH_4	55,48	49,82
Catrame	41,87	38,94	Ossido di carb. CO	9,378	
"	46,06	42,71	Propano C_8H_8	50,24	46,26
Cellulosa 6 6 5	17,59	16,73	Propilene C_3H_6	49,61	46,47
Cera	37,68	-	Combustib. liquidi		
Cloruro di metile			Alcole assol. C_2H_6O	29,73	26,80
CH_3 Cl	13,40	12,20	" 95%	28,22	25,12
Coke metallurgico	29,30	29,10	" 90%	26,75	23,57
Etere solforico			" 85%	25,25	21,94
$(C_2H_5)_2O$	38,09	34,74	" 80%	23,78	20,35
Ferro Fe in Fe O	5,275		" 75%	22,27	18,72
" Fe in Fe_2O_4	7,034		" 70%	20,81	17,08
" Fe in FeO_3	7,913		" 65%	19,34	15,45
Glicerina	18,00	15,03	" metil. CH_4O	22,19	19,39
Grafite	33,49		Benzine Petroli	43,96	41,03
Legno secco	17,17	-	" "	46,06	42,71
" verde	-	12,14	Benzolo	41,87	40,03
Lignite	17,80	16,50	Ettano C_7H_{16}	48,23	44,63
Olio d'oliva	-	46,89	Esano C_6H_{12}	48,36	44,67
" di ravizzone	38,94	-	Gasolio diesel	46,00	42,00
" " trementina	-	45,43	" riscaldaam.	44,80	42,30
Rame Cu in Cu O	2,470		Naftalina $C_{10}H_8$	40,61	39,23
Sego	35,04	-	Olio combustibile	44,40	40,60
Solfo S in SO_2	10,47		Pentano C_5H_{12}	49,20	45,43
Solfuro di carbonio			Carboni fossili o litantraci	Quant. cal.	
C S_2	14,24				
Solfuro di idrogeno			secchi lunga fiamma	30,15÷33,49	
H_2 S	11,47	-	grassi lunga fiamma		
Silicio Si in Si O_2	32,78		" da gas	31,40÷33,49	
Torba	14,65		" da fucina	32,66÷34,75	
Trementina essenza			grassi corta fiamma		
C_{10} H_{16}	45,43	45,06	" da caldaie	34,85÷36,01	
Zinco Zn in Zn O	5,443		magri corta fiamma		
Combustib. gassosi			" antracite	33,90÷35,60	
Acetilene C_2H_2	50,24	48,57	Ligniti torbose	12,56÷20,93	
Butano C_4H_{10}	49,40	45,64	" picee	20,93÷31,40	

Coefficienti di dilatazione termica lineare $c \times 10^{-6}$ °C^{-1}

Corpo	Temper °C	c	Corpo	Temper °C	c
Acciaio dolce	0÷100	10,79	Bronzo 3Cu 1Sn	16,6÷957	17,37
" duro	0÷100	14,00	" 93,5Cu 6,5Sn	16÷100	17,50
" ricotto	0÷100	11,13	" 90Cu 10Sn	0÷900	22,00
" temperato	0÷100	12,40	" 80Cu 20Sn	0÷800	27,00
" 10% nichel	20	13,00	" 70Cu 30Sn	0÷700	29,50
" 20% "	20	19,50	" fosforoso		
" 30% "	20	12,00	97,6Cu 2Sn	0÷85	16,80
" 36% "			Carbone coke		5,51
(Invar)	20	0,90	" fossile		27,82
" 40%	20	6,00	Carbonio (diamante)	40	1,18
" 50%	20	9,70	Caucciu	0÷100	67,50
" 80%	20	12,50	Celluloide	20÷70	109,0
" inox temp.	20÷100	9,60	Cemento	0÷100	14,00
" " "	20÷200	9,80	Cera bianca	0÷100	690,0
" " "	20÷600	11,20	Cobalto	40	12,36
" " ricot.	20÷100	10,30	Costantana	4÷29	15,23
" " "	20÷200	10,70	Cromo	20÷100	6,80
" " "	20÷600	12,10	Duralluminio	20÷100	23,60
Alluminio	-191+16	18,35	Ebanite	25÷35	84,20
"	20	25,50	Ferro in barre	0÷100	12,35
"	40	23,13	" " "	0÷300	14,69
"	100	23,36	" dolce	0÷100	12,28
"	600	31,50	" fucinato	0÷100	12,11
" bronzo	20	17,00	Ferroxcube	0÷100	10,00
" 99,95%	20÷200	23,80	Formica	0÷100	30,00
" 99,95%	20÷300	25,70	Galena		19,90
" 99,95%	20÷600	28,70	Ghiaccio	-27+2	51,40
" 10% Be	20÷100	21,40	Ghisa	0÷100	10,67
" 10% "	20÷300	23,30	"	1000	17,50
" 10% "	20÷500	25,40	Gomma dura		198,0
" 32,7% Be	20÷100	17,90	Grafite	20	8,0
" 32,7% "	20÷300	20,60	Granito	0÷100	8,69
" 32,7% "	20÷500	22,30	Legno parall. alle		
" 10% Cu	20÷100	22,40	fibre Abete	0÷100	3,70
" 10% "	20÷300	28,30	Acero	2÷34	6,38
" 10% "	20÷500	27,70	Castagno	2÷34	6,49
" 10% Si	20÷100	21,10	Ebano	0÷100	9,70
" 10% "	20÷300	22,90	Faggio	2÷34	2,57
" 12% Zn	20÷100	24,90	Frassino	0÷100	9,51
" 12% "	20÷300	28,10	Mogano	2÷34	3,61
" 97% "	20÷100	27,50	Noce	2÷34	6,58
" 97% "	20÷200	29,50	Olmo	2÷34	5,65
Antimonio	0÷100	10,80	Pino	2÷34	5,41
Argento	-191+16	17,04	Quercia	2÷34	4,92
Bachelite	20÷60	22,00	trasv alle fibre		
" micarta	25÷50	33,00	Abete	0÷100	58,00
Berillio 98,9%	20÷100	12,30	Acero	2÷34	48,40
" 98,9%	20÷300	14,00	Castagno	2÷34	32,50
" 98,9%	20÷700	16,80	Faggio	2÷34	61,40
Bismuto	0÷100	14,00	Mogano	2÷34	40,40
Bronzo 3Cu 1Sn	16,6÷100	18,44	Noce	2÷34	48,40
" " "	16,6÷350	21,16	Olmo	2÷34	44,30

segue

Coefficienti di dilatazione termica lineare $c \times 10^{-6}$ °C^{-1}

Corpo	Temper °C	c	Corpo	Temper °C	c
trasv.fibre Pino	2÷34	34,10	Quarzo fuso	0÷100	0,50
Quercia	2÷34	54,40	" "	0÷800	0,54
Magnesio	0÷100	26,00	" "	0÷1200	0,58
Magnolio	0÷100	2,38	Rame	0÷100	16,66
Marmo bianco	0÷100	12,02	" lega speciale		
Mattoni	0÷100	6,00	" Si 3	20÷300	18,00
Mercurio	-183+39	30,00	" Si 1,5	20÷300	17,90
"	-78+38	41,00	" Ni 2	20÷300	18,00
Molibdeno	25÷100	4,90	" Be 2	20÷300	17,80
"	25÷500	5,50	" lega Cupronic.		
Muratura		4,00	" Ni 5-10	20÷300	17,00
"		7,00	" Ni 20-30	20÷300	16,00
Nichel	-191+16	10,12	" Ni 44	20÷300	15,00
"	40	12,79	" lega Cuprall.		
"	16÷250	13,97	" Al 5	25÷300	18,00
"	375÷1000	13,46	" Al 8-10	25÷300	17,00
Oro	-183+16	13,20	" lega Alpacca		
"	16÷100	14,30	" Ni 12	25÷300	14,30
" 2Au 1Cu	0÷100	15,52	" Ni 18	25÷300	14,80
" 2Au 1Pt	0÷100	15,23	" Ni 24-27	25÷300	15,00
Osmio	40	6,57	Salgemma	0÷80	40,39
Ottone fuso	0÷100	18,75	Selenio fuso	0÷100	37,92
" in fili	0÷100	19,30	Stagno	0÷100	22,96
" 66Cu 34Zn	20	18,90	Titanio A16 V4		7,90
Paraffina	0÷16	106,6	Tungsteno	-100÷0	4,20
"	16÷38	130,3	Vetro ordinario	0÷100	5,61
"	38÷49	477,1	" "	0÷200	18,45
Pietra calc.bianca	0÷100	2,51	" "	0÷300	30,32
Piombo	0÷100	27,99	" per tubi	0÷100	8,33
Platino	40	8,99	" piomboso	0÷100	0,72
" Ir 1	40	8,84	" dolce		8,50
" Ag 67	0÷100	15,23	" duro		9,70
Porcellana		3,00	" lastra	0÷100	8,91
"	5÷700	4,10	" da lenti	0÷100	8,97
"	1000÷1400	5,50	" flint	50÷60	7,88
"	1500	6,66	" Jena 16 III	0÷100	8,10
Quarzo (cristallo)	-190+16	5,21	" " 50 "	0÷100	5,80
" par asse	0÷80	7,97	" " 1565"	0÷100	3,50
" perp.asse	0÷80	13,37	Zinco fuso	0÷100	29,41
" fuso	-191+16	0,25	" battuto	0÷100	21,10
" "	0÷30	0,42	" laminato	0÷100	31,08

c = coefficiente di dilatazione termica lineare (aumento in lunghezza del corpo considerato per l'aumento di temperatura di 1 °C)
Coefficiente di dilatazione termica superficiale = 2 c.
Coefficiente di dilatazione termica cubica = 3 c.
Per un corpo di lunghezza L mm riscaldato alla temperatura di T °C l'aumento l di lunghezza in mm sara:

$$l = c \times L \times T.$$

Per una superficie S mm^2 riscaldata di T °C, l'aumento di superficie s in mm^2 sara

$$s = 2c \times S \times T.$$

Per un corpo di volume V mm^3 riscaldato di T °C, l'aumento di volume v in mm^3 sara:

$$v = 3c \times V \times T.$$

Conversione scale temperature termodinamiche

Il grado Celsius (°C) (uguale al Kelvin), e l'unita di misura della temp. termodin. SI. Formule e tab. servono per convertire gradi Fahrenheit (°F) e gradi Reamur (°R), usati in altri paesi, in °C e vicev I valori della colonna di centro possono essere: °F = °C (sinistra) o °C = °F (destra)

$$°C = \frac{5x(°F-32)}{9} = \frac{5x°R}{4}, \quad °F = \frac{9x°C}{5} + 32 = \frac{9x°R}{4} + 32; \quad °R = \frac{4x°C}{5} = \frac{4x(°F-32)}{9}$$

Fattori di interpolazione. Dove la colonna di centro avanza di 10 in 10, interpolare. Es. °C di 55 °F

tab. di convers. 50 = 10,0 °C
tab. di interpol. 5 = 2,78°C
Risultato della somma 12,78°C

°C		°F	°C		°F
0,56	1	1,8	3,33	6	10,8
1,11	2	3,6	3,89	7	12,6
1,67	3	5,4	4,44	8	14,4
2,22	4	7,2	5,00	9	16,2
2,78	5	9,0	5,56	10	18,0

°C		°F	°C		°F	°C		°F	°C		°F
-169	-273	-459,4	-29	-20	-4	-4,4	24	75,2	60,8	140	284
-168	-270	-454	-10	-10	-14	-3,9	25	77,0	65,6	150	302
-162	-260	-436	-17,8	0	32	-3,3	26	78,8	71,1	160	320
-157	-250	-418	-17,2	1	33,8	-2,8	27	80,6	76,7	170	338
-151	-240	-400	-16,7	2	35,6	-2,2	28	82,4	82,2	180	356
-146	-230	-382	-16,1	3	37,4	-1,7	29	84,2	87,8	190	374
-140	-220	-364	-15,6	4	39,2	-1,1	30	86,0	93,3	200	392
-134	-210	-346	-15,0	5	41,0	-0,6	31	87,8	98,9	210	410
-129	-200	-328	-14,4	6	42,8	0	32	89,6	104,4	220	428
-123	-190	-310	-13,9	7	44,6	0,6	33	91,4	110,0	230	446
-118	-180	-292	-13,3	8	46,4	1,1	34	93,2	115,6	240	464
-112	-170	-274	-12,8	9	48,2	1,7	35	95,0	121,1	250	482
-107	-160	-256	-12,2	10	50,0	2,2	36	96,8	126,7	260	500
-101	-150	-238	-11,7	11	51,8	2,7	37	98,6	132,2	270	518
-96	-140	-220	-11,1	12	53,6	3,3	38	100,4	137,8	280	536
-90	-130	-202	-10,6	13	55,4	3,9	39	102,2	143,3	290	554
-84	-120	-184	-10,0	14	57,2	4,4	40	104	148,9	300	572
-79	-110	-166	-9,4	15	59,0	10,0	50	122	154,4	310	590
-73	-100	-148	-8,9	16	60,8	15,6	60	140	160,0	320	608
-68	-90	-130	-8,3	17	62,6	21,1	70	158	165,6	330	626
-62	-80	-112	-7,8	18	64,4	26,7	80	176	171,1	340	644
-57	-70	-94	-7,2	19	66,2	32,2	90	194	176,7	350	662
-51	-60	-76	-6,7	20	68,0	37,8	100	212	182,2	360	680
-46	-50	-58	-6,1	21	69,8	43,3	110	230	Zero assoluto		
-40	-40	-40	-5,6	22	71,6	48,9	120	248	-273,2 °C		
-34	-30	-22	-5,0	23	73,4	54,4	130	266	-459,7 °F		

Scala di durezze di Mohs

Scala di durezza di Mohs		Esempi di durezza			
		Materiale	durezza	Materiale	durezza
minerale	durez.	Acciaio	5,0÷8,5	Flint	7,0
Talco	1	Alluminio	2,0÷2,9	Grafite	1,0
Gesso	2	Carborundum	9,0÷10	Nichel	3,5÷5,0
Calcite	3	Carburo di molib.	7,0÷8,0	Opale	
Fluorite	4	" " titan.	8,0÷9,0	SiO_2+nH_2O	5,5÷6,5
Apatite	5	Cera (0°C°	0,2	Oro	2,5÷3,0
Feldspato	6	Cromo (duro)	9,0	Piombo	1,5
Quarzo	7	" (tenero)	4,5	Rutilo	6,0÷6,5
Topazio	8	Ferro	4,0÷5,0	Salgemma	2,0
Corindone	9	Ferro ossido		Tungsteno	7,0
Diamante	10	Fe_2O_3 , Fe_3O_4	5,5÷6,0	Unghia	2,0÷2,5

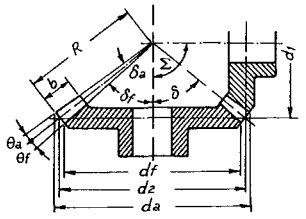
Sezione D

INGRANAGGI

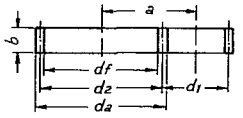
Ruote dentate - Simboli (da UNI 6773 - 4760)

- Comuni a tutte le ruote -

interasse (1)	a
velocita lineare	v
velocita angolare	ω
numero di giri	n
rapporto d'ingranaggio (2)	u
rapporto di trasmissione (3)	i
numero di denti	z
larghezza di dentatura	b
diametro (1)	d
diametro di testa	d_a
diametro di piede	d_f
coefficiente di spostamento	x
coeff. modificaz. interasse	y



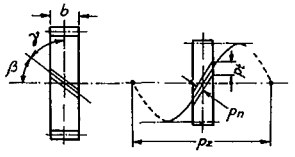
- Ruote dentate cilindriche -



- Ruote dentate elicoidali -

modulo trasversale	m_t
angolo elica	β
inclinazione d'elica (90°-ß)	γ
passo elica	p_z
passo normale	p_n
passo trasversale	p_t
passo assiale	p_x
angolo fra gli assi	Σ
dentatura	destra o sinistra

Un simbolo principale con pedice "$_0$" significa valore approssimato



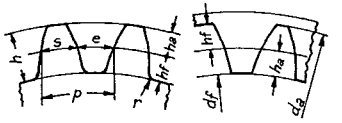
dentatura destra dent. sinistra

- Ruote coniche -

generatrice	R
angolo primitivo	δ
angolo di testa	δ_a
angolo di piede	δ_f
angolo di addendum	θ_a
angolo di dedendum	θ_f
angolo fra gli assi	Σ

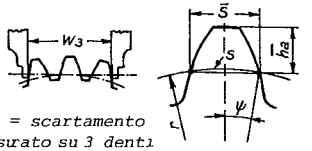
- Dente -

altezza del dente	h
addendum	h_a
dedendum	h_f
altezza utile del dente	h_u
angolo di pressione	α
passo ($\pi \cdot m$)	p
modulo ($p:\pi$)	m
diametral pitch ($z:d$) (4)	P
spessore del dente	s
vano	e
raggio	r



- Misure sul dente -

semiangolo spessore dente	ψ
semiangolo di vano	η
corda	$\bar{s}$
altezza sulla corda	$\bar{h}_a$
scartamento	W
num. gener di denti o passi sul quale eseguire una misura	k
evolvente (tg α - α)	inv α



W = scartamento misurato su 3 denti

- Giochi -

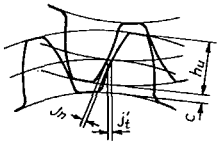
gioco di testa	c
gioco primitivo	j_t'
gioco normale	j_n

segue

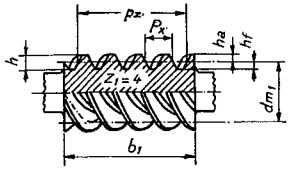
segue: Ruote dentate - Simboli (da UNI 6773 - 4760)

gioco radiale	j_r

(dimensione dell'interasse di funzionamento che porterebbe i denti a contatto su ambedue i fianchi)

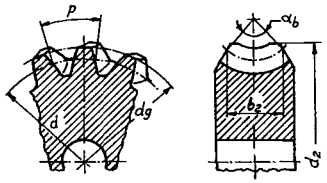


- Vite -



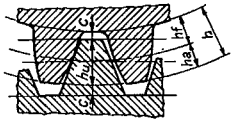
passo elicoidale (dell'elica	p_z
passo assiale	p_x
altezza del dente	h
addendum	h_a
dedendum	h_f
diametro medio	d_{m1}
lunghezza della vite	b_1

- Ruota a vite -



angolo di larghezza	α_b
diametro medio	d
diametro esterno	d_e
diametro di fondo gola	d_g
passo medio	p
larghezza di dentatura	b_2
raggio di gola	r_g

- Ingranaggio a vite -



altezza utile	h_u

- Indici aggiuntivi -

- Pedici -

di testa	a
di piede	f
trasversale	t
normale	n
assiale	x
radiale	r
tangenziale	t
media	m
di base	b
su cono o cilindro qualunque	y
esterno	e
interno	i
a destra; di destra	R
a sinistra; di sinistra	L
d'elica	z
relativo all'utensile	0
relativo al pignone	1
relativo alla ruota	2

- Apici -

- di riferimento (1) senza indice (specificazione applicabile ad ogni termine definito a partire dalla superficie primitiva di riferimento)
- di funzionamento ' (apostrofo) (specificazione applicabile ad ogni termine definito a partire dalla superficie primitiva di funzionamento di una ruota di un ingranaggio) Per convenzione la specificazione "di riferimento" si puo sottintendere salvo in caso di contrapposizione alla specificazione "di funzionamento"
- asterisco (*) (valore ridotto di una dimensione che non sia lo spostamento o la modificazione d'interasse) (2) fra z della ruota e quello del pignone. (3) tra ω della prima ruota motrice di un treno d'ingranaggi e quella dell'ultima ruota condotta.
(4) espresso in pollici.

Ruote dentate cilindriche e coniche

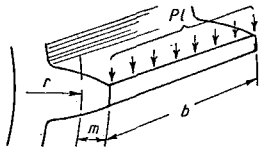
Serie di moduli UNI 6586
(riferiti alla sezione normale)

- tabella 1 -

Preferenziali.
0,5 - 1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16- 20 - 25 - 32 - 40 - 50.

Non preferenziali.
0,75 - 1,125 - 1,375 - 1,75 - 2,25 - 2,75 - 3,5 - 4,5 - 5,5 - 9 11 - 14 - 18 - 22 - 28 - 36 - 45.
Da evitare: 3,25 - 3,75 - 6,5

Ricerca del modulo di una dentatura in funzione del materiale



r = raggio primitivo (m)
kW = potenza da trasmettere
n = giri al minuto
m = modulo
b = larghezza del dente (8÷10m)
Pl = sforzo tangenziale (N)
9549 = numero fisso
k = coeff. di lavoro (tab. 1)
1,52 = modulo resistente (sezione alla base del dente)

$Pl = 9549 \quad kW \quad (n \cdot r)$

$m = \sqrt{Pl \quad (k \quad 1,52)}$

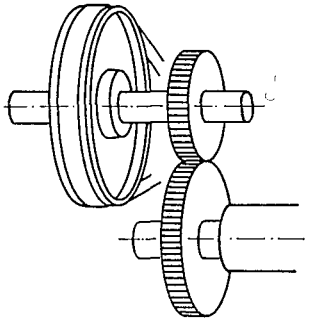
Tabella 2 -Valori di k per b = 8m
(per b = x m, k = (k.8)·x m)

materiale	k (N/mm²)
Acciaio da bonifica	118÷137
Acciaio al carbonio	98
Acciaio fuso	59÷78
Acciaio al nichel	99÷137
Acciaio al nichel-cromo	196÷275
Acciaio al Ni Cr altissima resistenza	295÷590
Acciaio al Ni Cr cementabile	275÷315
Alluminio	29
Bronzo	39÷49
Bronzo fosforoso	49÷59
Cupralluminio	157
Duralluminio	58
Fibra	34
Ghisa	39
Materie plastiche	19,5÷29
Ottone	19,5-29

- 1° Esempio
Pignone cilindrico diritto, d (approssimato) = 300 mm, in acciaio al carbonio. La puleggia coassiale trasmette una potenza di 22 kW alla velocità di 65 giri/min.
Pl = 9549 22 (65 0,15) = 21546

$m = \sqrt{21546 \quad (98 \cdot 1,52)} = 12,03$
(arrotondato a 12)

z = d m = 300 12 = 25
d = m · z = 12 25 = 300 mm
(d effettivo)
b = 8m = 8 12 = 96 mm



- 2° Esempio
Ruota cilindrica in ghisa, raggio primitivo 40 mm, montata su motore da 2,5 kW che compie 1500 giri al minuto.
Pl = 9549·2,5:(500·0,04) = 397,9
(sforzo tangenziale)

$m = \sqrt{397,9 \quad (39 \quad 1,52)} = 2,59$
(arrotondato a 2,5)

z = d m = 80 2,5 = 32
d = m z = 2,5 · 32 = 80 mm
b = 8m = 8 · 2,5 = 20 mm

Nelle ruote coniche, il raggio primitivo è uguale a da + df 4.

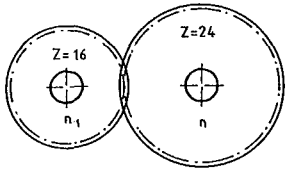
Rapporto d'ingranaggio e di trasmissione

Tabella 3 - **Velocità relative**
Rapporto tra il numero dei denti della ruota e quello del pignone.

Rapporto di ingranaggio (u)

n1 (motrice) Z 16
n (condotta) Z 24

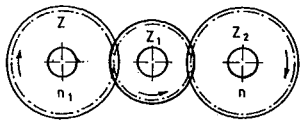
u = 24 16 = 1,5



Rapporto di trasmissione (i)
Rapporto tra la velocità angolare della prima ruota (motrice) di un treno di ingranaggi e quella dell'ultima ruota (condotta)

Treno di ingranaggi
(con ruota oziosa)

$$i = \frac{n1}{n} = \frac{Z}{Z1} \times \frac{Z1}{Z2}$$



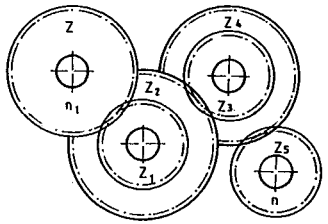
Usando un numero pari di ruote oziose, il senso di rotazione della ruota condotta è diverso da quello della ruota motrice.

Un numero dispari di ruote oziose mantiene invece, alla ruota condotta, lo stesso senso di rotazione della ruota motrice.

Ingranaggio (o treno) moltiplicatore
Ingranaggio (o treno di ingranaggi) in cui la velocità angolare dell'ultima ruota (condotta) è maggiore di quella della prima ruota (motrice)

Treno moltiplicatore

$$i = \frac{n1}{n} = \frac{Z}{Z1} \times \frac{Z2}{Z3} \times \frac{Z4}{Z5}$$



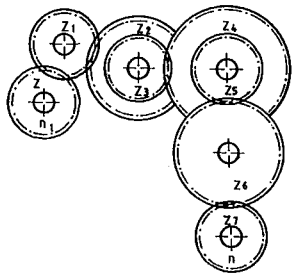
Ingranaggio (o treno) riduttore
Ingranaggio (o treno di ingranaggi) in cui la velocità angolare dell'ultima ruota (condotta) è minore di quella della prima ruota (motrice)

Treno riduttore

$$i = \frac{n1}{n} = \frac{Z}{Z1} \times \frac{Z1}{Z2} \times \frac{Z3}{Z4} \times \frac{Z5}{Z6} \times \frac{Z6}{Z7}$$

oppure semplificando:

$$i = \frac{n1}{n} = \frac{Z}{Z2} \times \frac{Z3}{Z4} \times \frac{Z5}{Z7}$$



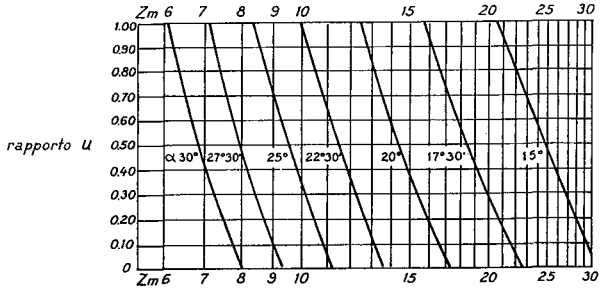
Qualsiasi rapporto di velocità fra due, quattro o sei ingranaggi (con numero di denti 16 a 120), è facilmente ottenibile usando la tabella dei logaritmi dei rapporti da 1,0084 a 7,5 inserita nelle ultime pagine di questa Sezione.

Ruote dentate cilindriche e coniche

Tabella 4 - Ruote cilindriche
Minimo numero di denti per evitare l'interferenza

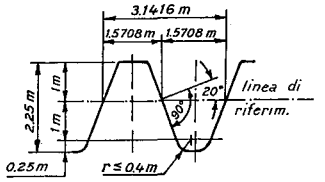
Al disotto di un certo numero di denti, si ha interferenza fra i denti. Nel diagramma e indicato Z min, per evitarla nelle ruote con dentatura esterna e ha normale. Per ha diverso, moltiplic. questo per lo Z min indicato. Esempio: ruota tipo STUB $\alpha = 20°$, ha $= 0,8m$, $i = 0,4$. Il diagramma indica 15 denti, Z min = 0,8 x 15 = 12. Essendo possibile, durante il taglio, l'asportazione di una parte dell'evolvente in prossimita del cerchio base, lo Z min indicato in tabella puo essere ridotto a 5/6. Per dentature interne, Z min puo essere calcolato con la formula:

$$2:\left[u-\sqrt{u^2-(2u-1)\,sen^2\alpha}\right]$$



Dentiere di riferimento UNI 6587-88

a) Ruote dentate cil. UNI 6587

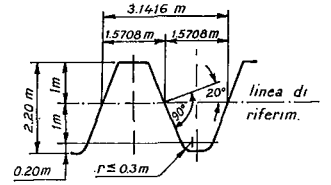


E' una sezione normale alla superficie dentata di una ruota di diametro infinitamente grande, il cui profilo serve di base per definire un sistema di ingranaggi cilindrici a denti diritti o elicoidali.

Gioco sul fondo	0,17m (1)	0,25m (2)	0,3m
Raggio racc.max	0,25m	0,37m	0,45m

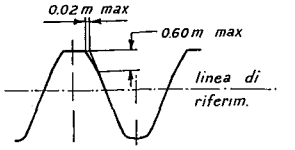
dentatrice: (1) a creatore, (2) a coltelli.

b) Ruote dentate coniche diritte UNI 6588



Sezione normale di una ruota piano conica il cui profilo serve di base per definire ingranaggi conici a dentatura diritta (normalmente dentatrici a coltelli)

c) Ruote dentate cilindriche e coniche diritte UNI 6587 - 6588.



Quando si desideri eseguire il profilo del dente rastremato, la rastremazione deve essere apportata alla sommita del dente. Per i valori, si raccomandano quelli indicati in figura.

Ingranaggi cilindrici diritti

- Profilo dei denti -

I denti vengono profilati in modo da soddisfare a particolari esigenze geometriche, di lavorazione e di funzionamento nel senso di ottenere sia un imboccamento dolce e senza urti, sia un logoramento minimo. Il profilo oggi usato di preferenza e quello ad evolvente di cerchio. Esso e generato da un punto appartenente ad una retta che si sviluppa sopra una circonferenza data (evoluta) rimanendo cioe sempre tangente ad essa.

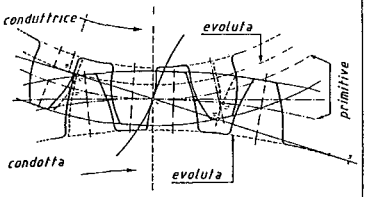


Fig. 1 -

In fig. 1 e indicato il metodo di tracciamento di tale profilo. Un'immagine di tale curva puo ottenersi svolgendo un filo sottilissimo attorno ad un cilindro fisso; tenendo il filo sempre ben teso, in modo che in ogni istante sia tangente alla superficie cilindrica, un punto qualunque di esso traccia un profilo ad evolvente di cerchio, avente come circonferenza evoluta la sezione retta del cilindro. Negli ingr cil. e conici a dentatura diritta, il contatto dei denti in presa avviene, teoricamente, lungo una generatrice delle superfici coniugate praticamente, (data l'elasticita dei materiali) secondo una zona piu o meno estesa. Durante il tempo in cui due denti sono in presa la generatrice di contatto si sposta lungo le rispettive superfici attive della base verso il vertice per il dente conduttore. Verso la meta di questo suo spostamento, la generatrice di contatto viene a coincidere con la retta di tangenza della sue superfici primitive. I momenti in cui i denti iniziano e terminano il contatto e quello intermedio anzidetto, sono tre momenti critici, perche caratterizzati da particolari variazioni del moto relativo Piu precisamente nell'istante intermedio in cui il contatto si effettua, in corrispondenza delle primitive, i denti si muovono uno sull'altro di puro moto di rotolamento. All'infuori di questo istante (ossia in tutti gli altri punti della linea d'imbocco) oltre al moto di rotolamento, avviene anche un moto di strisciamento.

Determinazione grafica delle velocita relativa di strisciamento fra i profili attivi dei denti (fig. 2) I segmenti $B_1 V_1$ e $B_2 V_2$ rappresentano in grandezza le velocita periferiche. I due segmenti $B_1 V_1$ e $B_2 V_2$ portati rispettivamente in $A_1 T_1$ e in $A_2 T_2$ rappresentano in grandezza, direzione e senso, le velocita periferiche dei due punti A_1 e A_2 Essendo diverse fra di loro per

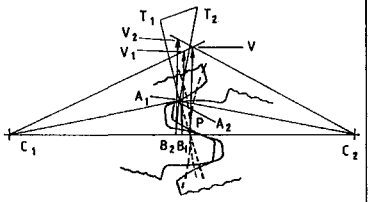


Fig. 2 -

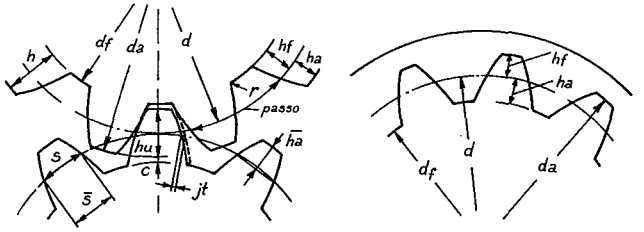
grandezza e direzione, provocano un movimento relativo di strisciamento in A_1 A_2 di grandezza e velocita T_1 T_2 La velocita media di strisciamento dei denti di profilo normale puo calcolarsi mediante la formula approssimata: $1,57 \cdot V \cdot L : P \cdot (1.Z_1 + 1.Z_2)$ m/s (L=lunghezza in metri della linea d'imbocco; P=passo in metri della dentatura; Z_1 = n° denti conduttrice; Z_2 = n° denti condotta. Da controlli eseguiti sopra un gran numero di ingranaggi e risultato che la

segue

Ingranaggi cilindrici diritti - segue: Profilo dei denti

velocita media di strisciamento, varia da poco meno del 10% della velocita periferica per ruote grandi a passo piccolo, a poco piu del 40% per piccole ruote a passo grande. La velocita di strisciamento tra i profili e massima in corrispondenza del punto di contatto iniziale, decresce fino a zero in corrispondenza del punto di tangenza delle due primitive, per poi crescere, nuovamente in senso opposto, fino a raggiungere un altro valore massimo in corrispondenza del punto di distacco. Il valore massimo della velocita, di strisciamento si puo considerare all'incirca doppio del valore medio, ottenuto con la formula sopracitata. La durata del contatto o dell'ingranamento e tanto piu elevata quanto maggiore e la lunghezza dell'arco d'azione - e pertanto dipende dagli elementi generatori del profilo e dell'altezza dei denti - e quanto minore e la velocita periferica delle ruote. Le considerazioni suesposte, e quelle che si faranno per le dentature elicoidali, dimostrano chiaramente quale ruolo importante assume la esatta determinazione del profilo del dente, nelle varie forme che esso assume nei diversi tipi d'ingran. al fine di ottenere, senza trascurare una appropriata lubrificazione, la minima resistenza di attrito e l'assenza di urti che promiscuamente producono effetti deleteri come dissipazione d'energia, usura dei materiali e rumorosita di marcia.

Ingranaggi cilindrici diritti



dentatura esterna — dentatura interna

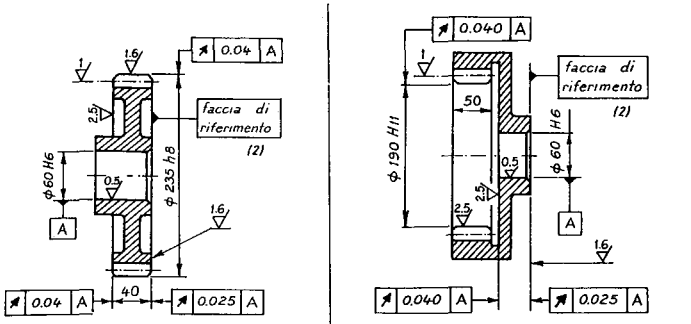
per trovare		Dentatura esterna	Dentatura interna	A denti rib. STUB	Dentiera
Caratteristiche del dente					
Angolo di pressione	α	20°	20°	20°	20°
Addendum	ha	1m	1m	0,8m	1m
Dedendum (min)	hf	1,17m	1,17m	1m	1,17m
Altezza utile	hu	2m	2m	1,6m	2m
Altezza totale	h	2,17m	2,17m	1,8m	2,17m
Spessore arco sul d	s	1,5708m	1,5708m	1,5708m	1,5708m
Gioco di testa (1)	c	0,17m	0,17m	0,2m	0,17m
Raccordo fondo dente	r	0,25m	0,25m	0,3m	0,25m
(1) dentatura a creatore UNI 6587 Largh. di dentat. b: usualm. 8÷10m					
Elementi per il calcolo delle ruote					
Diametro primitivo	d	z m	z m	z m	-
Diametro di testa	da	d+2m	d+2m·1,17	d+2ha	-
Diametro di piede	df	-	d-2m	-	-
Interasse	a	$(d_1+d_2).2$	$(d_2-d_1).2$	$(d_1+d_2).2$	d:2

Ingranaggi cilindrici diritti

Dati da indicare sui disegni per la dentatura (rif. UNI 7462)

Nota - Il modulo (m) di una dentatura, si sceglie (vedi tab. 1) in relazione allo sforzo da trasmettere e al coefficiente di lavoro del materiale (tab. 2) Il numero dei denti z si stabilisce in base al Ø che dovra avere la ruota (d=z·m) o in base al rapporto(u)con la ruota coniugata ($z_2 = z_1 \cdot u$) (vedi tab. 3) tenendo conto del numero minimo dei denti per evitare l'interferenza (vedi tab. 4)

Ruote cilindriche diritte con foro di riferimento

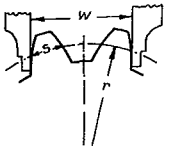


Caratteristiche della dentatura	Simb.	Dentatura esterna	Simb.	Dentatura interna
Modulo	m	5	m	5
Numero dei denti	z	45	z	40
Dentiera di riferimento (3)		UNI 6587		UNI 6587
Diametro primitivo di riferimento	d	225	d	200
Coefficiente di spostamento	x	0	x	0
Spessore del dente (4) - corda	s	$7,85^{-0,04}_{-0,06}$	-	-
- altezza sulla corda	ha	5,0686	-	-
- diametro dei rulli	-	-		8
- distanza tra i rulli	-	-	M	$190,12^{+0,08}_{+0,12}$
Grado di precisione (*)		6		6
Numero denti ruota coniugata (disegno N°)	z	44	z	14
Interasse nominale di funzionam.	a'	222,5	a'	65
Gioco normale dell'ingranaggio (rif. all'inter. nom. di funz.)	yn	0,08 - 0,12	yn	0,08 - 0,12

Note: (2) Indicazione richiesta per la faccia che viene lavorata con lo stesso serraggio, con il quale si esegue il foro e, quindi ad esso perpendicolare nei limiti della tolleranza. (3) Se la dentiera di riferimento fosse diversa da quella normalizzata, le sue caratteristiche devono essere specificate sul disegno con particolare quotato del profilo normale. (4) Spessore del dente: valore teorico e relativo scostamento limite. Il valore teorico puo essere dato sotto le tre forme seguenti. misura dello scartamento(tab. 5), misura dello spessore e dell'altezza cordale (tab. 6), misura con rulli o sfere (tab. 8) (*) vedi UNI 7890.

Ruote cilindriche diritte

Tabella 5 - Misura scartamento



k = numero dei denti tra i tasti di misura (questo numero va posto come pedice a W, (esempio W_3)
s = spessore arco dente = 1,5708m
k = Z α 180 + 0,5 (arrotond.)
W=r·cos α [s:r+2π.Z(k-1)+2inv α]
Esempio: Ruota con Z = 30; m =1,5
d = 45 mm; α = 20°
k = 30·20:180+0,5 = 3,83 (arr. 4)
W = 22,5·0,93969·(2,3562 22,5 + + 6,2832:30·3+0,0298) = 16,1287

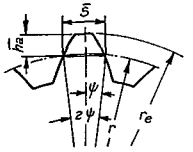
- Valori di uso più comune -

k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
α	Numero denti della ruota									
14 1/2°	12÷25	26÷37	38÷50	51÷62	63÷75	76÷87	88÷99	100÷111	112÷124	125÷136
15°	12÷24	25÷36	37÷48	49÷60	61÷72	73÷84	85÷96	97÷108	109÷120	121÷132
20°	10÷18	19÷27	28÷36	37÷45	46÷54	55÷63	64÷72	73÷81	82÷90	91÷99

Per angoli di pressione α	14 1/2°	15°	17 1/2°	20°	22 1/2°	25°
α 180	0,08055	0,08333	0,09722	0,11111	0,125	0,13888
cos α	0,96815	0,96593	0,95372	0,93969	0,92388	0,90631
2 inv α	0,01109	0,0123	0,01973	0,0298	0,04303	0,05955

Formule semplificate	
α = 14 1/2°	W = m·[3,04153(k-1) + 1,52076 + 0,005368·Z]
α = 15°	W = m·[3,03455(k-1) + 1,51727 + 0,00594 Z]
α = 20°	W = m·[2,952138(k-1) + 1,47606 + 0,014005·Z]

Tabella 6 - Spessore e altezza cordale del dente.



Valori già calcolati nella pagina seguente.

Ingranaggi con gioco zero (gioco di funzionamento ottenuto con maggiorazione dell'interasse)
Con s = 1,5708 m, si ottiene lo spessore arco del dente che ha solo valore teorico. Il calibro a nonio di Weber, per medie precisioni, misura invece il valore s̄ della corda a profondità h̄a (altezza rispetto alla corda) e cioè modulo più saetta dell'arco s.
ψ =90:Z, s̄=2r senψ; h̄a=re-r cosψ.

Spessore e altezza cordale del dente minorato -Ruota con gioco j

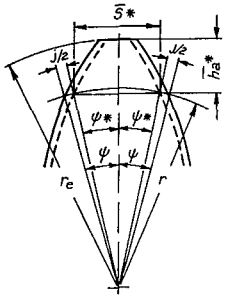
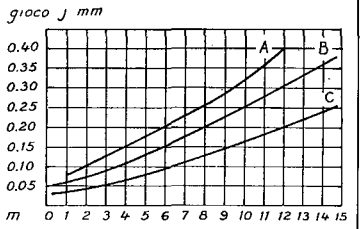


Diagramma dei giochi j su un dente. Veloc medie: A=lavoraz. grossolana; B = media; C = precisa. Veloc elevate: B = lavor. prec.

$$\psi^* = \frac{90°(\pi m - 2j)}{\pi m Z}, \quad \bar{s}^* = 2r \operatorname{sen}\psi^*,$$

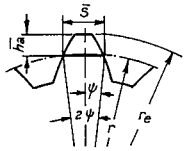
$$\bar{h}a^* = re - r\cos\psi^*$$



Ingranaggi cilindrici, denti diritti o elicoidali *

Tab. 7 - Spessore e altezza cordale del dente. Misure sul circolo primitivo di denti standard a piena altezza. Valori per modulo = 1. Moltiplicare i valori per il modulo, se diverso da 1.

Z	spess. cordale	altezza cordale	Z	spess. cordale	altezza cordale
10	1,56435	1,06156	57	1,57060	1,01083
11	546	5598	58	61	064
12	631	5133	59	61	056
13	698	4739	60	62	029
14	752	4401	61	62	011
15	794	4109	62	63	1,00994
16	827	3852	63	63	978
17	856	3625	64	64	963
18	880	3425	65	64	947
19	899	3244	66	65	933
20	918	3083	67	65	920
21	933	2936	68	66	907
22	948	2803	69	66	893
23	956	2681	70	67	880
24	967	2569	71	67	867
25	977	2466	72	67	855
26	986	2371	73	68	843
27	991	2284	74	68	832
28	998	2202	75	68	821
29	1,57003	2127	76	69	810
30	08	2055	77	69	799
31	12	1990	78	69	789
32	16	1926	79	69	780
33	19	1869	80	70	772
34	21	1813	81	70	762
35	25	1762	82	70	752
36	28	1714	83	70	743
37	32	1667	84	71	734
38	35	1623	85	71	725
39	37	1582	86	71	716
40	39	1542	87	71	708
41	41	1504	88	71	700
42	43	1471	89	72	693
43	45	1434	90	72	686
44	47	1404	91	72	679
45	48	1370	92	72	672
46	50	1341	93	72	665
47	51	1311	94	72	658
48	52	285	95	73	651
49	53	258	96	73	644
50	54	233	97	73	637
51	55	209	98	73	630
52	56	187	99	73	623
53	57	165	100	73	617
54	58	143	101	74	611
55	58	121	102	74	605
56	59	102	103	74	599
104	1,57074	1,00593	131	1,57076	1,00472
105	74	587	132	76	469
106	74	581	133	76	466
107	74	575	134	76	462
108	74	670	135	76	457
109	75	565	136	76	454
110	75	560	137	76	451
111	75	556	138	76	447
112	75	551	139	76	444
113	75	546	140	76	441
114	75	541	141	76	439
115	75	537	142	76	435
116	75	533	143	76	432
117	75	529	144	76	429
118	75	524	145	77	425
119	75	519	146	77	422
120	75	515	147	77	419
121	75	511	148	77	416
122	75	507	149	77	413
123	76	503	150	77	411
124	76	499	151	77	409
125	76	495	152	77	407
126	76	491	153	77	405
127	76	487	154	77	402
128	76	483	155	77	400
129	76	479	156	77	397
130	76	475	157	77	395



s̄ = spessore cordale
h̄a = altezza cordale

** Ruote cilindriche elicoidali, denti a piena altezza. Per usare i dati della tabella, occorre prima trasformare il numero dei denti della ruota elicoidale (Z) in numero denti equivalenti (Zf) con la formula: $Zf = Z \cos^3 \beta$*
Esempio, ruota a denti elicoidali avente Z = 42, m = 3, β = 45°

$$Zf = \frac{42}{\cos^3\beta} = \frac{42}{(0,70711)^3} = \frac{42}{0,353558} = 119$$

Spessore cordale normale:
1,57075 x 3 = 4,71225
Altezza cordale nominale:
1,00519 x 3 = 3,01557

Tab. 8 - Misurazione su due rulli di diametro conosciuto

Diametro dei rulli o delle sfere (α normale)

dent. est. $\emptyset$ 1,68m o leggerm. $\geq$
dent. int. $\emptyset$ 1,6m o leggerm. $\leq$
dent. corrette o su raggio qualsiasi (quando r e α sono noti), dentatura:

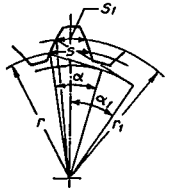
est. $\emptyset=(2r\ sen 90°.Z):cos(90°.Z+\alpha)$
int. $\emptyset=(2r\ sen 90°.Z):cos(\alpha-90°.Z)$
Casi limite: spianare rullo o sfera disotto la linea di contatto.

Spessore arco dente e angolo di pressione

r = raggio conosciuto; r_f = raggio su cui si cerca l'arco S_f, S e S_f = spessore arco in r e r_f, α e α_f = angolo di press. in r e r_f

$\cos \alpha_f = (r \cos \alpha) \quad r_f$

$S_f = 2r_f \left(\frac{S}{2r} + inv\ \alpha - inv\ \alpha_f \right)$



Ruota esterna dentatura diritta

Quando: y = raggio sfera o rullo, $r_y = (r \cos \alpha) \quad \cos \alpha_y$

$inv\ \alpha_y = \frac{S}{2r} + inv\ \alpha + \frac{y}{r \cos \alpha} - \frac{\pi}{Z}$

con numero di denti pari (fig. 1)

$M = \frac{2r \cos \alpha}{\cos \alpha_y} + 2y$

con numero di denti disp. (fig. 2)

$M = 2 \left(r_y \cos \frac{90°}{Z} + y \right)$

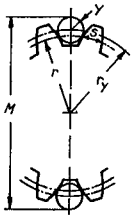


Fig. 1

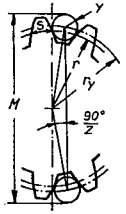


Fig. 2

Ruota interna dentatura diritta

$r_y = (r \cos \alpha) \quad \cos \alpha_y$

$inv\ \alpha_y = \frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha - \frac{S}{2r} - \frac{y}{r \cos \alpha}$

con numero di denti pari (fig. 3)

$M = \frac{2r \cos \alpha}{\cos \alpha_y} - 2y$

con numero di denti disp. (fig. 4)

$M = 2 \left(r_y \cos \frac{90°}{Z} - y \right)$

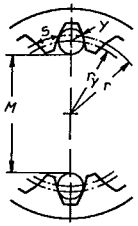


Fig. 3

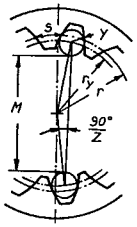


Fig. 4

Rulli posti in due vani successivi

ruota esterna diritta (fig. 5)

$inv\ \alpha_y = \frac{S}{2r} + inv\ \alpha + \frac{y}{r \cos \alpha} - \frac{\pi}{Z}$

$M = 2r_y\ sen \frac{180°}{Z} + 2y$

ruota interna diritta (fig. 6)

$inv\ \alpha_y = \frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha - \frac{S}{2r} - \frac{y}{r \cos \alpha}$

$M = 2r_y\ sen \frac{180°}{Z} + 2y$

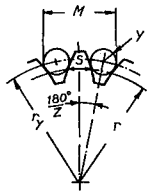


Fig. 5

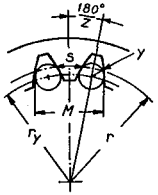


Fig. 6

segue

segue: Tab. 8 - Misurazione su due rulli di diametro conosciuto

Data la misurazione su due rulli o sfere (M) si determina lo spessore arco del dente (S) al raggio dato (r)

Ruota esterna dentatura diritta

Numero denti pari (rif. fig. 1)

$r_y = \frac{M - 2y}{2}, \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha_y - inv\ \alpha - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Numero denti dispari (rif. fig. 2)

$r_y = \frac{M - 2y}{2\cos 90°.Z}; \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha_y - inv\ \alpha - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Ruota interna dentatura diritta

Numero denti pari (rif. fig. 3)

$r_y = \frac{M + 2y}{2}, \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha - inv\ \alpha_y - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Numero denti dispari (rif. fig. 4)

$r_y = \frac{M + 2y}{2\cos 90°.Z}; \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha - inv\ \alpha_y - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Rulli posti in due vani successivi

Ruota esterna diritta (riferimento figura 5)

$r_y = \frac{M - 2y}{2sen\ 180°.Z}; \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha_y - inv\ \alpha - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Ruota interna diritta (riferimento figura 6)

$r_y = \frac{M - 2y}{2sen\ 180°.Z}; \quad \cos \alpha_y = \frac{r \cos \alpha}{r_y}$

$S = 2r \left(\frac{\pi}{Z} + inv\ \alpha - inv\ \alpha_y - \frac{y}{r \cos \alpha} \right)$

Interasse per un ingranamento senza gioco

α_1 = ang. press. di ingranamento.
Ingranaggio esterno diritto (o elicoidale) (figura 7)

$inv\ \alpha_1 = \frac{Z_1(S_1 + S_2) - 2\pi r_1}{2r_1(Z_1 + Z_2)} + inv\ \alpha$

$a = \frac{(r_1 + r_2) \cos \alpha}{\cos \alpha_1}$

Ingranaggio interno diritto (fig8)

$inv\ \alpha_1 = \frac{2\pi r_1 - Z_1(S_1 + S_2)}{2r_1(Z_2 - Z_1)} + inv\ \alpha$

$a = \frac{(r_2 - r_1) \cos \alpha}{\cos \alpha_1}$

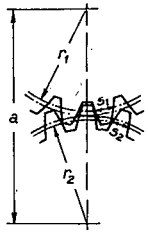


Fig. 7

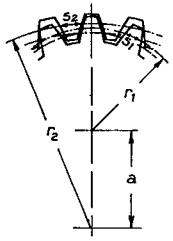


Fig. 8

Ruota esterna diritta e dentiera con passo e angolo di pressione diversi (figura 9)

α_d = angolo di pressione della dentiera.

$r_f = \frac{r \cos \alpha}{\cos \alpha_d}$

$x = r_f - ha + \frac{ctg\ \alpha_d}{2} \left[2r_f \left(\frac{S}{2r} + inv\ \alpha - inv\ \alpha_d \right) - \frac{p}{2} \right]$

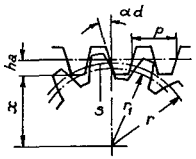


Fig. 9

Ingranaggi cilindrici diritti - Standard Americani

Ingranaggi cilindr. diritti α 20° American National Standard (ANSI)		
	B6.7-1967 passo fine (1)	B6.1-68 p.gros. piena h
addendum ha	1,000m	1,000m
dedendum (°) hf	(1,200m)+0,0508	1,250m
dedendum (*) hf	(1,350m)+0,0508	1,350m
altezza utile del dente hu	2,000m	2,000m
alt.dente (°) h	(2,000m)+0,0508	2,250m
alt.dente (*) h	(2,350m)+0,0508	2,350m
gioco testa(°) c	(0,200m)+0,0508	0,250m
gioco testa(*) c	(0,350m)+0,0508	0,350m
raggio raccor r		0,300m
Ø primitivo d	zm	zm
Ø di testa da	(z+2)m	(z+2)m
Ø di piede(°) df	(z-2,2)m-0,1016	(z-2,5)m
Ø di piede(*) df	(z-2,35)m-,1016	(z-2,7)m
spess. dente s	1,5708m	1,5708m
(°) denti rasati o rettificati. (*)da preferire	moduli 1,25 o minori (2)	moduli magg. di 1,25

(1) Minimo num. denti pignone: 18. Per pignoni con z da 10 a 17 vedi correzione addendum ANSI B6.1 (p.grosso) e ANSI B6.7 (passo fine) nelle pagine seguenti.
(2) Corrispondenti a P 20÷120 (preferiti: P 20, 24, 32, 48, 64, 72, 80, 120).

Misura scartamento W:

$$W = r \cdot \cos\alpha \left(\frac{s}{r} + \frac{2\pi \cdot k}{z} + 2\,\mathrm{inv}\,\alpha\right) \quad \text{dove:}$$

k = 2 per z = 12 - 18	3 per z = 19 - 27
4 per z = 18 - 36	5 per z = 37 - 45
6 per z = 46 - 54	7 per z = 55 - 63
8 per z = 64 - 72	9 per z = 73 - 81

2 inv α = 0,0298.

Relazione fra moduli(m), Diametral Pitches (P) e Circular Pitches (p):

$$m\ (\mathrm{mm}) = \frac{d}{z} = \frac{25{,}4}{P}, \quad P\ (\text{pollici}) = \frac{z}{d} = \frac{\pi}{p} = \frac{25{,}4}{m}, \quad p\ (\text{pollici}) = \frac{\pi}{P} = \frac{\pi d}{z}$$

m	P	p	m	P	p
0,2117	120	0,0262	1,125	22,578	0,3191
0,2646	96	0,0327	1,25	20,320	0,1546
0,3175	80	0,0393	1,2700	20	0,1571
0,3528	72	0,0436	1,375	18,473	0,1701
0,3969	64	0,0491	1,4111	18	0,1745
0,5	50,800	0,0618	1,5	16,933	0,1855
0,5292	48	0,0654	1,5875	16	0,1963
0,75	33,867	0,0928	1,75	14,514	0,2164
0,7937	32	0,0982	1,8143	14	0,2244
1	25,400	0,1237	2	12,700	0,2474
1,0583	24	0,1309	2,1167	12	0,2618
2,25	11,289	0,2783	9	2,8222	1,1132
2,3091	11	0,2856	10	2,5400	1,2368
2,5	10,160	0,3092	10,160	2,5	1,2566
2,5400	10	0,3142	11	2,3091	1,3605
2,75	9,2346	0,3401	12	2,1167	1,4842
2,8222	9	0,3491	12,700	2	1,5708
3	8,4667	0,3711	14	1,8143	1,7316
3,1750	8	0,3927	16	1,5875	1,9790
3,25	7,8154	0,4020	16,933	1,5	2,0944
3,5	7,2571	0,4329	18	1,4111	2,2263
3,6286	7	0,4488	20	1,2700	2,4737
3,75	6,7733	0,4638	20,320	1,25	2,5133
4	6,3500	0,4947	22	1,1545	2,7210
4,2333	6	0,5236	25	1,0160	3,0921
4,5	5,6444	0,5566	25,400	1	3,1416
5	5,0800	0,6184	28	0,9071	3,4632
5,0800	5	0,6283	32	0,7938	3,9579
5,5	4,6182	0,6803	33,867	0,75	4,1888
6	4,2333	0,7421	34	0,7055	4,4530
6,3500	4	0,7854	40	0,6350	4,9474
6,5	3,9077	0,8040	45	0,5644	5,5658
7	3,6286	0,8658	50	0,5080	6,1842
7,2571	3,5	0,8976	50,800	0,5	6,2832
8	3,1750	0,9895	55	0,4618	6,8029
8,4667	3	1,0472	60	0,4322	7,4217

Ingranaggi cilindrici a dentatura interna diritta, piena alt. dente α = 20° Calcolo con metodo AGMA.

Diametro primitivo	d z m
Diametro esterno	da_2 d_2 - 2m
Diametro est.(1)	da_2 $(z_2-1,2)$ m
Dia.est.pign.(2)	da $(z_1+2)\cdot m$
Dia.est.pign.(3)	da $(z_1+2,5)\cdot m$
Interasse	a $(d_2-d_1).2$

Ingranaggi cilindrici esterni ed interni dent. diritta metodo AGMA

Spessore circolare (s) =	
con da standard	$1,5708\cdot m$
con da aum. (4)	$1,5708\cdot m+2x\cdot tg\,\alpha$
con da rid. (4)	$1,5708\cdot m-2x\cdot tg\,\alpha$
Ruota interna, con da aumentato	$1,3388\cdot m$
Pignone con ruota int. aument.	$1,7528\cdot m$

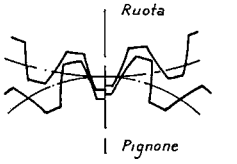
Spessore cordale $(\bar{s}) = s-(s^3\cdot 6d^2)$ (escluso "da" standard)
Altezza cord. $(\bar{ha})$ (5) $= ha+(s^2\cdot 4d)$

(1) aument. per evitare interfer se coniugato con pignone ≥ di 16 z
(2) se la diff. tra z_1 e z_2 e ≥ 12
(3) se z_1 ≥ 16 e ruota int. aum.
(4) valore di x=aum.o riduz.di da
(5) ruote aument. o ridotte di ingranaggi con interasse invariato.

Ingranaggi cilindrici - Correzione delle dentature

Correzione delle dentat. standard. Non esistono ancora norme italiane per la correzione delle dentature standard, sia per evitare interferenze causate dal minimo numero dei denti, che per un miglio re equilibrio della velocita di strisciamento. I costruttori di ingranaggi, secondo le condizioni di impiego, tenendo conto della pressione specifica sul dente, e della velocita periferica, per evitare rumorosita di marcia, ecc. introducono coefficienti di correzione diversi, a volte dettati dalla pratica esperienza.
Indichiamo di seguito alcuni sistemi di correzione, non molto differenti tra loro, che lasciamo alla scelta del progettista.

Ingranaggi cilindrici diritti o elicoidali con α = 20°
Correzione addendum del pignone e della ruota per evitare interfer.
Questa correz. si applica quando:
$z_1 + z_2 \geq$ di 28 denti (diritti)
$zf_1 + zf_2 \geq$ di 28 denti
$zf = z \cos^3\beta$ (denti elicoidali)
Non si applica quando: il rapporto fra i denti dell'ingranaggio e 1 o prossimo a 1. In teoria, per evitare interferenza, z min e = $= 2\ \mathrm{sen}^2\alpha = 2\ (0{,}34202)^2 = 17$
In pratica, senza apprezzabili conseguenze negative, z min puo essere ridotto a 14. Valore del coefficiente di spostamento x.



$x = 14 - z_1 \quad 17\ (z_1$ da 7 a 13)

z	7	8	9	10	11	12	13
x	,412	,353	,294	,235	,176	,118	,059

Formule: $da_1 = (z_1 + 2 + 2x)\ m$
$da_2 = (z_2 + 2 + 2x)\ m$
$ha_1 = (1 + x)\ m$
$ha_2 = (1 - x)\ m$
$s_1 = (1{,}5708 + 2x\ tg\,\alpha)\ m$
$s_2 = (1{,}5708 - 2x\ tg\,\alpha)\ m$
Misura scartam. Wc (denti corr.)

$Wc = W \pm 2x\ \mathrm{sen}\,\alpha\ m$
Esempio ingranaggio diritto con $z_1 = 8$, $z_2 = 24$, m = 3:
$da_1 = (8+2-0{,}706)\cdot 3 = 32{,}118$
$da_2 = (24+2+0{,}706)\ \ 3 = 75{,}882$
$ha_1 = (1 + 0{,}353)\cdot 3 = 4{,}059$
$ha_2 = (1 - 0{,}353)\ \ 3 = 1{,}941$
$s_1 = (1{,}5708+{,}706\cdot{,}36397)\cdot 3 = 5{,}4833$
$s_2 = (1{,}5708-{,}706\cdot{,}36397)\cdot 3 = 3{,}9415$
Controllo $s_1+s_2 = \pi\cdot m$ = passo normale
5,4833 + 3,9415 = 9,4248;
3,1416 · 3 = 9,4248.
W_3 (denti corretti della ruota) = = 23,149 - 0,724 = 22,424.

Ingranaggi cilindrici diritti (Norma ANSI B 6.1 - 1968)

Correzione addendum pignone e ruota coniugata per evitare interferenza. Ang. press. 20°, dente a totale altezza, (passo grosso)
a) Moduli maggiori di 1,25.
(Valori in tabella per modulo= 1)

z_1	ha_1	ha_2	s_1	s_2	z_2 (min.)
10	1,468	0,532	1,912	1,230	25
11	1,409	0,591	1,868	1,273	24
12	1,351	0,649	1,826	1,315	23
13	1,292	0,708	1,783	1,358	22
14	1,234	0,766	1,741	1,400	21
15	1,175	0,825	1,698	1,443	20
16	1,117	0,883	1,656	1,486	19
17	1,058	0,942	1,613	1,529	18

Esempio: $z_1 = 14$, $z_2 = 30$, m = 3.
$da_1 = z_1\ m + 2ha_1 = 14\cdot 3+2(1{,}234\cdot 3) = 49{,}404$
$da_2 = z_2\ m + 2ha_2 = 30\cdot 3+2(0{,}766\cdot 3) = 94{,}596$
La ruota coniugata, col minimo numero di denti senza interferenza
$da_2 = z_2\ m + 2ha_2 = 21\cdot 3+2(0{,}766\cdot 3) = 67{,}596$

(Norma ANSI B 6.7 - 1967)

Angolo di press. 20° (passo fine)
b) Moduli 1,25 e minori.
(Valori in tabella per modulo= 1)
(A) Sistema con interasse invariato.

pignone		aumentato		ruota coniugata		ridotta	
z_1	da_1	s_1 su d stand.	riduzione da_2	s_1 su d stand.	z_2 min	ε (1)
10	12,8302	1,8730	0,8302	1,2686	33	1,419
11	13,7132	1,8304	0,7132	1,3113	30	1,450
12	14,5963	1,7878	0,5963	1,3538	27	1,473
13	15,4793	1,7452	0,4793	1,3964	25	1,493
14	16,3623	1,7027	0,3623	1,4389	23	1,508
15	17,2453	1,6601	0,2453	1,4815	21	1,516
16	18,1284	1,6175	0,1284	1,5241	19	1,519
17	19,0114	1,5749	0,0114	1,5667	18	1,522

segue

segue: Ingranaggi cilindrici - Correzione delle dentature

(1)= Rapporto di ricoprimento, z_2 coniug.
(B) Sistema interasse aumentato

z_1	pign. aumentato coniugato con ruota stand.	due aumenti uguali pignone coniugato (2)	di due aumenti uguali pignone coniugato
10	0,4151	0,8302	1,135
11	0,3566	0,7132	1,186
12	0,2982	0,5962	1,238
13	0,2397	0,4794	1,290
14	0,1812	0,3624	1,344
15	0,1227	0,2454	1,398
16	0,0642	0,1284	1,436
17	0,0057	0,0114	1,511

(2) Se il pignone aumenta di una misura non uguale, l'interasse aumentera della meta della somma di ogni aumento.

Correzione addendum del pignone e della ruota. B.S.436-1940, 41, 43, 56
Ingranaggi cilindrici diritti a elicoidali aventi $\alpha = 20°$
Il valore dell'addendum varia secondo il numero dei denti delle due ruote, per ottenere piena azione dell'involuta e, in alcuni casi, per evitare interferenza.
(1) Add. pignone $ha_1 = (1 + kp)\cdot m$
(2) Add. ruota $ha_2 = (1 + kw)\cdot m$
I fattori kp e kw quando $(z_1+z_2)\cdot \sec^3 \beta$ e 60 o > si trovano con:
(3) $kp = 0,4(1-z_1:z_2)$ oppure con:
(4) $kp= 0,02(30-z_1 \sec^3\beta)$ qualunque dei due e maggiore.
(5) kw=-kp (Nel caso di denti diritti, $\sec^3\beta = 1$, si puo omettere.
Quando $(z_1 + z_2)\sec^3 \beta$ e < di 60:
(6) $kp = 0,02 (30 - z_1 \sec^3\beta)$.
(7) $kw=0,02(30-z \sec^3\beta)$. Interasse, quando $(z_1+z_2)\sec^3 \beta$ e < di 60:
(8) $a = \Delta\ m$

Tabella fattori Δ

Somma kp+kw	Fatt. Δ	Somma kp+kw	Fatt. Δ	Somma kp+kw	Fatt. Δ
0,025	0,025	0,300	0,288	0,575	0,516
0,050	0,050	0,325	0,313	0,600	0,536
0,075	0,075	0,350	0,332	0,625	0,555
0,100	0,100	0,375	0,336	0,650	0,575
0,125	0,122	0,400	0,376	0,675	0,588
0,150	0,146	0,425	0,400	0,700	0,606
0,175	0,170	0,450	0,420	0,725	0,623
0,200	0,196	0,475	0,444	0,750	0,636
0,225	0,218	0,500	0,462	0,775	0,650
0,250	0,243	0,525	0,480	0,800	0,663
0,275	0,267	0,550	0,500		

Per valori intermedi, interpolare

Per le ruote a dentatura interna (senza riguardo al numero dei denti)
(9) kp = 0,4 e kw = - kp
- Diametro esterno del pignone -
Se z_1 fosse simile a $z_1 \sec^3 \beta$ o minore di 17, il diametro esterno e ridotto ma il diametro primitivo e il diametro interno non cambiano.
Riduzione del diametro esterno del pignone
(10) $da_1 = 0,04 (17-z_1 \sec^3 \beta)\ m$

Esempio 1 -
Valore di addendum di un ingranaggio cilindr. a denti diritti con: $z_1 = 25$, $z_2 = 68$, $m = 3$.
In questo caso $z_1 + z_2$ e maggiore di 60.
(3) $kp = 0,4(1 - 25\quad 68) = 0,253$
(4) $kp = 0,02 (30 - 25) = 0,1$
Quindi kp = 0,253 e kw = - 0,253
(1) $ha_1=(1+kp)\cdot m = 1,253\cdot 3= 3,759$
(2) $ha_2=(1+kw)\cdot m = 0,743\cdot 3= 2,241$

Esempio 2 -
Valore di addendum di un ingranaggio cilindrico elicoidale con: $z_1 = 12$, $z_2 = 22$, $m = 4$, $\beta = 23°10'$ $\sec^3 \beta = 1,287$
Prova per la scelta delle formule $(z_1+z_2)\sec^3\beta = 43,7$ (< di 60°) formule (6) e (7)
(6) $kp = 0,02(30-12\cdot 1,287)= 0,291$
(7) $kw = 0,02(30-22\cdot 1,287)= 0,034$
Determinare l'aumento dell'inter.. somma kp+kw = 0,291+0,034 = 0,325
Fattore Δ (tabella) = 0,313
(8) aum. inter = $0,313\cdot 4 = 1,252$

$$a = 0,5\ \frac{(z_1+z_2)\cdot m}{\cos\beta} + 1,252 =$$

$$= 0,5\ \frac{(12+22)\cdot 4}{0,91936} + 1,252 = 75,216$$

(2) $ha_2=(1+0,034)\cdot m=1,034\cdot 4=4,136$
Si verifica se da_1 deve essere ridotto. In questo caso $z_1 \sec^3 \beta = 12\cdot 1,287=15,444$. Essendo questo < di 17 si determina l'addendum con (1) e poi si riduce con (10)
(1) $ha_1=(1+0,291)\cdot 4 = 5,164$
(10) Riduzione diametro pignone = $= 0,04\ (17 - 12\cdot 1,287)\cdot 4 = 0,249$
Addendum reale del pignone:

$$ha = 5,164 - \frac{0,294}{2} = 5,0395.$$

Ingranaggi cilindrici diritti α 20° - Carichi sui denti

Carichi sui denti

- Resistenza a flessione -

Grandezze e unita di misura:
Pu = sforzo utile applicato al dente in corrisp. di d (N)
Pt = sforzo dinamico totale (N)
V = veloc. dente sul primit. (m/s)
p = potenza trasmessa (kW)
C = fattore di deformaz. (N/mm^2)
jn = gioco normale (mm)
Si determina:

$$Pu = \frac{1000P}{V}$$

(se gli ingranaggi trasmettono uno sforzo statico, il Pu e lo sforzo in corrispondenza del raggio primitivo)
Quindi si determina la grandezza:

$$A = Pu + C\ jn\ b$$

essendo:
C = 5727 N/mm^2 per ingr. di ghisa
C = 7845 N/mm^2 per ruota di ghisa su ruota di acc.
C = 11375 N/mm^2 per ingranaggi di acciaio.
Valori di C per altri materiali.

$$C = \frac{0,111}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}}$$

dove E_1 ed E_2 sono i moduli di elasticita delle ruote in N/mm^2 ed assumendo per jn:
jn = 0,150 mm per ingranaggi grossolani.
jn = 0,075 mm per ingranaggi lenti di sollevamento.
jn = 0,040 mm per ingranaggi precisi (m di 4)
jn = 0,030 mm per ingranaggi di automobili.
jn = 0,012 mm per ingranaggi di locomotive
jn = 0,0075 mm per ingranaggi rettif. di alta prec.
Il valore assunto di jn non deve comunque superare i valori del grafico 1. (vedi pagina seguente)

Col valore di A si determina:

$$Pt = \frac{A}{1 + \frac{0,0479}{V}\sqrt{A}} + Pu$$

(carico effettivo totale applicato al dente)
Noto il carico effettivo Pt, occorre confrontarlo con quello Pa, che il dente e in grado di sopportare. Tale carico ammissibile e dato da:

$$Pa = y\ b\ m\ Sa$$

essendo:
Pa = carico ammissibile (N)
m = modulo, b = largh. dent. (mm)
Sa = sollecitaz. ammiss. (N/mm^2)
y = coefficiente di Lewis (numero senza dimensione) vedi tabella

Sa (N/mm^2) in funzione del materiale e della durezza Brinell HB.

materiale	Durezza HB	Sa N/mm^2
Ghisa grigia	160	83
Ghisa acciaiosa	190	122
Bronzo fosforoso	100	167
Acciaio	150 (R 490)	245
	200 " 686	343
(carico unitario	240 " 785	412
di rottura R	280 " 932	480
3,3 HB)	320 " 1079	549
	360 " 1177	618
	400 " 1324	686

Valore del coefficiente di Lewis (y) in relazione a Z.

Z	12	13	14	15	16
y	0,245	0,261	0,276	0,289	0,295
Z	17	18	19	20	21
y	0,302	0,308	0,314	0,320	0,327
Z	22	24	26	28	30
y	0,330	0,336	0,346	0,352	0,358
Z	34	38	43	50	60
y	0,371	0,383	0,396	0,408	0,421
Z	75	100	150	300	
y	0,434	0,446	0,459	0,471	

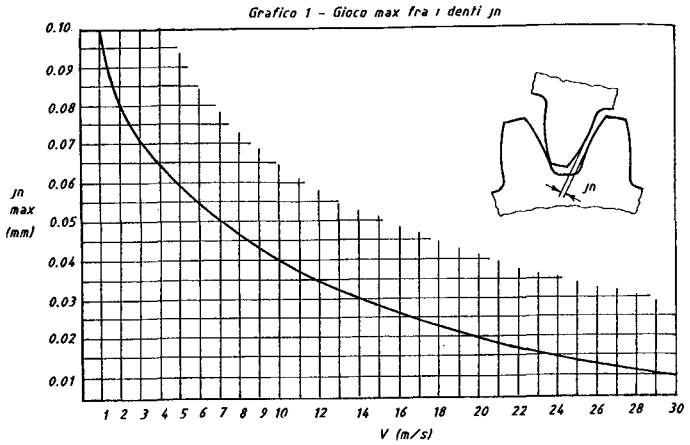
y dentiera = 0,484.

Affinche l'ingranaggio risulti ben proporzionato occorre che:

$$\frac{Pa}{Pt} \geq \begin{cases} 1,25 \text{ per carichi statici} \\ 1,35 \text{ per carichi pulsanti} \\ 1,50 \text{ per carichi ad urto} \end{cases}$$

segue

segue: Ingranaggi cilindrici diritti α 20° - Carichi sui denti



- Carico limite per l'usura

facendo:

P_t = carico limite per l'usura (N)

d_1 = Ø prim. ruota più piccola.

F = fattore dipendente dalla forma dei denti

K = limite di usura (N/mm²)

Valori di K per materiali vari

mater. pignone	HB	mater. corona	HB	K N/mm²
Acciaio	150	Acciaio	150	0,2824
"	200	"	150	0,3991
"	250	"	150	0,5443
"	200	"	200	0,5443
"	250	"	200	0,7120
"	300	"	200	0,9032
"	250	"	250	0,9032
"	300	"	250	1,1170
"	350	"	250	1,3514
"	300	"	300	1,3514
"	350	"	300	1,6063
"	400	"	300	1,7515
"	350	"	350	1,8956
"	400	"	350	2,1918
"	400	"	400	2,5232
"	150	Ghisa		0,4138
"	200	"		0,8208
"	250	"		1,3514
"	150	Bronzo		0,4276
"	200	fosfo-		0,8551
"	250	roso.		0,4063
Ghisa		Ghisa		1,9584

Valori di K (N/mm²) per acciaio indurito.

HB	milioni di cicli 10 K	20 K	50 K	100 K
450	3,9648	3,2401	3,4203	1,9574
500	4,9504	4,0541	3,0548	2,9783
550	6,0948	4,9504	3,7510	2,9783
600	7,2942	5,9360	4,4885	3,5990

si ha:

$$F = \frac{2\ Z_2}{Z_1 - Z_2}$$

per dentatura esterna

$$F = \frac{2\ Z_2}{Z_2 - Z_1}$$

per dentatura interna

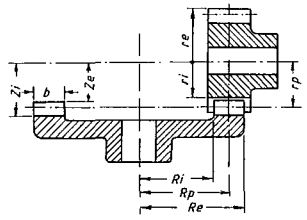
$$P_t = d_1\ b\ F\ K$$

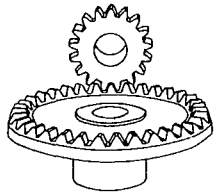
carico limite per l'usura.

Stabilito il valore di K, secondo i materiali prescelti per le ruote, il valore risultante di P deve essere maggiore o uguale al valore dinamico Pt, riscontrato nel calcolo di resistenza a flessione.

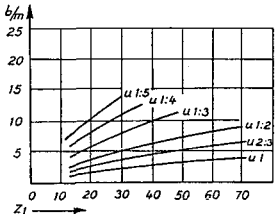
Ingranaggi FACE

Sono costituiti da una corona circolare cilindrica su una faccia della quale (normale all'asse della corona) sono disposti radialmente i denti (FACE) e da una comune ruota cilindrica a denti diritti, con asse concorrente a quello della ruota FACE. Questo tipo di ingranaggio, benche non molto conosciuto e diffuso, puo sostituire vantaggiosamente gli ingranaggi conici. Essi possono essere facilmente tagliati con procedimento di generazione a mezzo di utensile Fellows, con profilo uguale alla ruota alla quale il FACE deve essere accoppiato e ugualmente disposto rispetto ad esso. La macchina Fellowes per ingranaggi cilindrici puo essere munita di una particolare attrezzatura che permette di disporre la FACE da tagliare con asse normale e concorrente con quello dell'utensile e di imprimere ad essi i moti necessari. Essi compiono la stessa funzione cinematica dei comuni ingranaggi conici. Inoltre non risultano componenti di spinta alla ruota cilindrica lungo il proprio asse, sul quale puo spostarsi senza mutare le condizioni di ingranamento. L'ingranamento avviene gradualmente, cioe inizia in un punto, poi si estende ad una linea che si sposta lungo la superficie del dente, come per le ruote elicoidali ad assi paralleli, con evidenti vantaggi di silenziosita. Lo spessore sulla testa dei denti del FACE diminuisce verso l'esterno (appuntimento) Verso l'interno, al disotto di un certo raggio, si ha interferenza tra i profili generati (interferenza) Pertanto, in alcuni casi, la larghezza della corona dent. e assai ristretta e quindi non molto adatta per trasmiss. di forza.





Ogni FACE puo essere accoppiato solo con la ruota dentata che lo ha generato. Il modulo puo essere calcolato, in base agli sforzi da trasmettere, come per ingranaggi cilindrici diritti, tenendo presente che la larghezza utile della FACE e quella risultante dal grafico 1, qui sotto riportato.



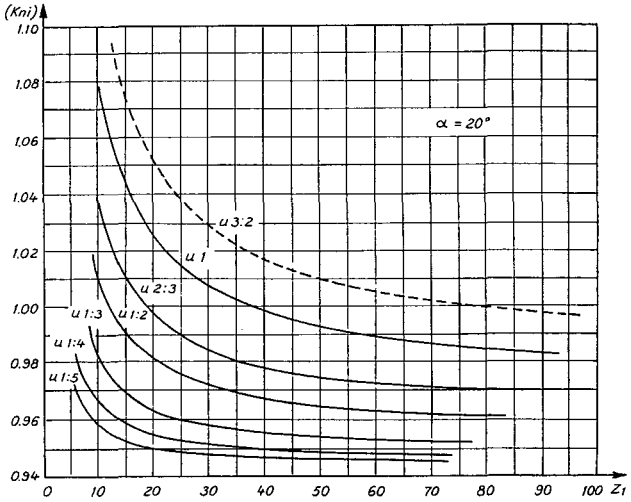
Larghezza b corona FACE. Esempio: u = 1,5; Z_1 = 20 , Grafico 1 = 10 b/m. Con m = 1,5 avremo: b = 10 x x 1,5 = 15 mm.

α = 20°	FACE Simb.	FACE formula	ruota cilindrica Simb.	ruota cilindrica formula
Raggio primitico	Rp	Z_2 x m 2	rp	Z_1 x m 2
Raggio interno	Ri	Kni (Graf. 2) x Rp	ri	rp - 7/6 m
Raggio esterno	Re	Kne (Graf. 3) x Rp	re	rp + m
Piano troncatura esterna	Ze	rp - m		
Piano troncatura interna	Zi	rp + 7/6 m		

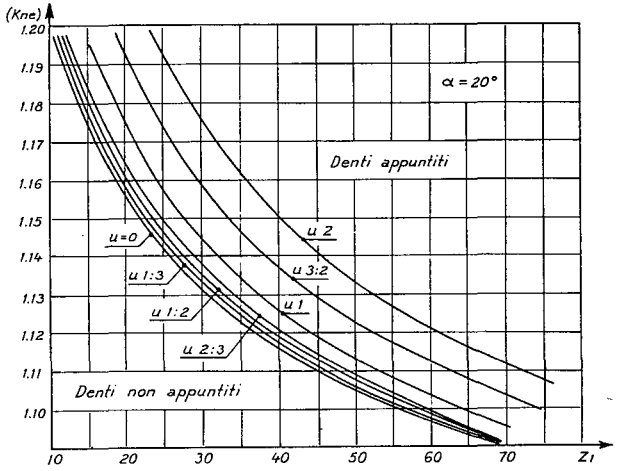
segue

segue: Ingranaggi FACE

- Grafico 2 - Rapporto (Kni) per la determinazione di Ri



- Grafico 3 - Rapporto (Kne) per la determinazione di Re



La curva u = 1,5 e ≈ a quella u = 0 In casi particolari si puo aumentare leggermente la quota Re (corona FACE) Non e consigliabile invece diminuire la quota Ri.

segue: Ingranaggi FACE

- Esempio pratico -

Dati. u = 1.3, sforzo sul dente = = 490N.
Si stabiliscono: Z_1 = 25, Z_2 = 75 m = 2; materiale: acciaio C30 UNI 7845.
Dal grafico 1 risulta: B/m = 7m pertanto b sara 7 x 2 = 14 mm.

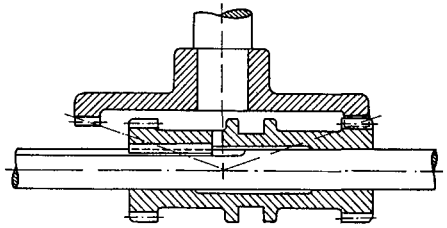
- Verifica resistenza del dente -

La sezione di un dente con m=2 e:
spessore = 1,5708 x m = 3,14 (H)
altezza = 2,17 x m = 4,34 (L)
Carico di sicurezza alla flessione = 100 N (Kf)
P = W (Kf L), W = (PL) Kf = = (490 x 4,34) 100 = 21,26.
Per la sezione rettangolare si ha W = (b H^2) 6
percio: 21,26 = (b x $3,14^2$) 6 = = bx1,64, b = 21,26:1,64 = 12,96.
Il modulo stabilito risulta giusto per lo sforzo da trasmettere.
Rp = (75 x 2) 2 = 75.
rp = (25 x 2) 2 = 25.
Ri = (Kni) Rp = 0,96 x 75 = 72.
ri = rp - 7/6m = 25-2,333=22,667
Re = (Kne) Rp = 1,144 x 75 = 85,8
re = rp + m = 2 + 25 = 27
Ze = rp - m = 25 - 2 = 23.
Zi = rp + 7/6m = 25 + 2,333 = 27,333

-Estratto da "Rivista di Ingegneria" Ing. E. Massa, Ing. A.Dornig (p. g. c. degli autori)

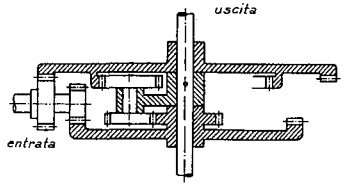
- Esempi pratici di utilizzazione -

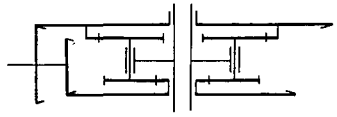
Meccanismo di inversione di marcia - Per comandi reversibili con e senza innesto, leve d'innesto, telai tessili, utensili elettrici scrematrici, apparecchi di avviamento di motori, riduttori, ecc.



- Riduttore con dispositivo sottraente -

L'alta riduzione e dovuta alla differenza di diametro tra ruote di entrata e ruote primarie e la normale riduzione planetaria.
Questo dispositivo riduttore, convenientemente proporzionato puo essere usato in apparecchiature miniaturizzate per trasmissioni di piccole potenze.
Esso si presta anche per trasmissioni di notevole potenza; in tal caso (vedi disegno schematico), si devono sostituire le planetarie FACE e gli ingranaggi cilindrici di entrata con ingranaggi conici, proporzionati alla potenza da trasmettere, portando, nel contempo, il gruppo dei satelliti da uno a due, oppure a tre gruppi disposti a 120°





Ingranaggi non circolari per trasmissioni cicliche

Studio tecnico Giancarlo Dal Maso
Vicolo Leogretta 6 Schio (VI)
Telef. (0445) 673973

Sono coppie di ruote a interasse costante e profilo primitivo complementare, non circolare, generalmente di forma ellittica.

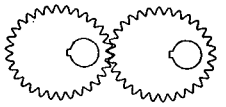


Fig. 1 -

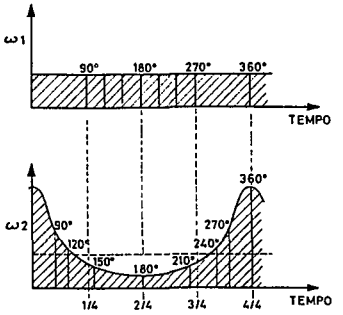


Fig. 2 - Diagramma delle velocita angolari.

Il rapporto n/n e sempre un numero intero, 1, 2, 3, mentre il rapporto / istantaneo puo variare da 3 a 1/3 per ogni giro.
Le ruote non circolari consentono di modulare la velocita all'asse di uscita o di ottenere un particolare sincronismo di fase con l'asse di entrata.
Sono sempre impiegabili dove si debba ottenere un moto accelerato / decelerato a partire da un moto circolare uniforme e in particolare nei seguenti casi.
- Movimenti ciclici. Posizionamenti rapidi / smorzati.
- Ottimizzazione avanzamenti intermittenti e accelerazione / decelerazione masse.
- Dilatazione tempi utili e contrazione tempi morti in cicli ripetitivi.
- Recupero e correzione rotazioni
- Sfasature ritmiche assi rotanti
- Smorzamento strappi. Generazione vibrazioni morbide.

Esempi di ingranamento

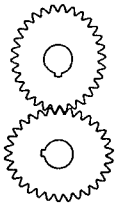


Fig. 3

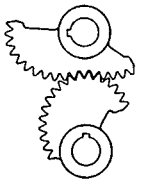


Fig. 4

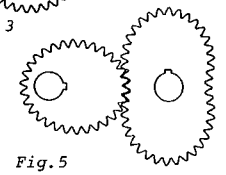


Fig. 5

Il profilo di questi ingranaggi e determinato con calcolo computerizzato e i denti, con modulo 1 a 6 e angolo di pressione 20°, sono tagliati su macchine a comando numerico e producibili anche in singole coppie.

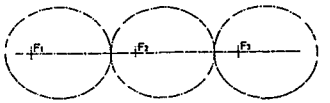


Fig. 6

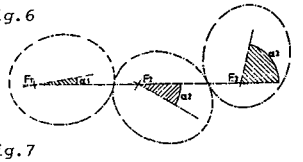


Fig. 7

Applicando piu di 2 ruote (fig. 6) si possono eseguire piu alte escursioni. Disallineando gli assi (fig. 7) si possono accentuare o smorzare le rampe di accelerazione in entrata o in uscita, oppure prolungare l'angolo in bassa e in alta velocita.

Ingranaggi cilindrici elicoidali

Una ruota a denti elicoidali, puo immaginarsi generata, imprimendo ad una ruota a denti diritti, una torsione uniforme intorno all'asse di rotazione (fig. 1) Gli assi geometrici e le generatrici dei denti si dispongono allora secondo eliche coassiali. I profili che si ottengono, sezionando il dente elicoidale, cosi generato, sono teoricamente dei profili, con tutte le proprieta di quelli per dentature diritte. I contatti avvengono, per le varie sezioni, simultaneamente secondo una retta IV-IV che giace sopra il piano tangente ai cilindri evoluti o deferenti. Successivamente il contatto avviene secondo i segmenti I-I, II-II, III-III Diversamente dalle dentature diritte, il contatto e localizzato nel punto P del dente conduttore, quindi si estende gradatamente fino ad annullarsi nel punto Q dello stesso dente. A differenza dei denti diritti, l'entrata in presa avviene gradualmente con maggiore dolcezza di imbocco. Nella fig. 2 si nota che la velocita di strisciamento ha valori differenti, max in W_1, nulli nel punto 4 fino al nuovo max in W_7, pertanto durante l'ingranamento, non esiste alcuna posizione di reciproco contatto di puro rotolamento. In pratica, lo strisciamento viene contenuto in limiti assai bassi, minore delle corrispondenti dent. diritte.

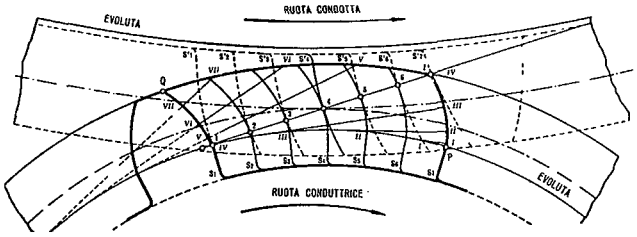


Fig. 1 -

Le ruote elicoidali, nei confronti di quelle diritte, presentano il vantaggio, a parita di velocita periferica, minor strisciamento e quindi piu elevato rendimento e, a parita di velocita di strisciamento, maggiori velocita periferiche.
Nelle ruote elicoidali per assi sghembi, il contatto dei denti, come gia accennato, e localizzato in un punto, mentre lo scorrimento e molto sensibile. La sua velocita raggiunge valori medi di grandezze paragonabili a quelli delle velocita assolute del punto di contatto. Cio spiega come esse siano impiegate solo in casi di assoluta necessita.

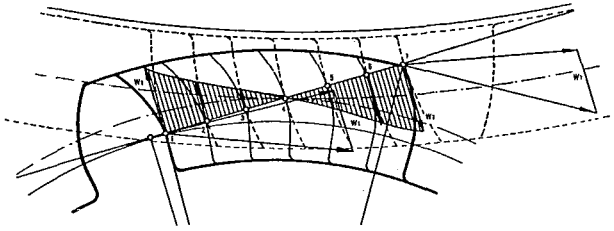
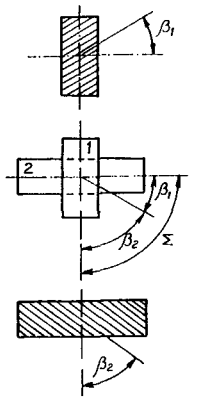


Fig. 2 -

Ingranaggi cilindrici elicoidali



Caratteristiche del dente

angolo di pressione	αn	20°
addendum	ha	1m
dedendum (min)	hf	1,17m
altezza utile	hu	2m
altezza totale	h	2,17m
spess. norm. sul d	s	1,5708m
gioco di testa	c	0,17m
racc. fondo dente	r	0,25m

Formule base per il calcolo

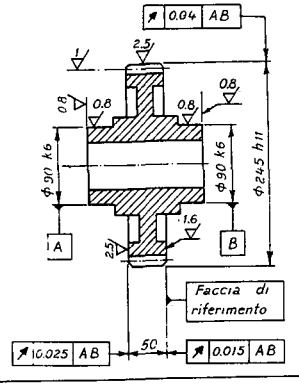
1) Diam. prim.	d	(z m) cos ß
2) Interasse	a	(d + d_2) 2
3) Controllo formule 1 e 2 quando e 90°		z_2+(z tgß)= = (2a) (m sen ß)
4) N° denti per scelta fresa	ZO	z cos³ ß
5) Passo elica	pz	π d ctg ß
6) Ø di testa	da	d + 2m

Diagrammi delle spinte assiali e direzione elica vedi pag. seg.

Secondo l'uso cui debbono servire, gli ingranaggi elicoidali, possono essere costruiti in 16 combinazioni principali rispetto a:
a) Posizione alberi. paralleli, a 90°, a 45°, ad Σ qualsiasi.
b) con rapporto d'ingranaggio: 1, diverso da 1.
c) Interasse: approssimato, esatto.

Posizione alberi		parall.				Σ=90°				Σ = 45°				Σ qualsiasi			
	Combinazione N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rapporto	1	x	x			x	x			x	x			x	x		
	diverso da 1			x	x			x	x			x	x			x	x
Interasse	approssimato	x		x		x		x		x		x		x		x	
	esatto		x				x				x		x		x		x

Dati da indicare sui disegni per la dentatura (da UNI 7462)
Ruota cilindr. elicoid. esterna con portate d'albero di riferim.



Caratteristiche della dentatura

Modulo normale	mn	5
Numero dei denti	z	44
Dent. di riferim.		UNI 6587
Angolo d'elica	ß	20°35'
Senso dell'elica		destro
Ø prim. di riferim.	d	235
Coeff. di spostam.	x	0
Spess. del dente:		
-scartam.su K denti	W7	99,66 $^{-0,04}_{-0,06}$
Gradi di precis.		6(UNI7880)
N° denti ruota con: (disegno N°)	z	44
Inter. nom. funz.	a'	235
Gioco norm. ingr. (riferito ad a')	jn	0,08 - 0,12

Ingranaggi cilindrici elicoidali - Spinte assiali

La direzione della spinta assiale dipende dal senso di rotazione, dalla posizione relativa delle ruote conduttrice e condotta, dal la direzione dell'elica. La freccia sul gambo delle ruote, indica la direzione di reazione da opporre alla spinta assiale.

- Diagramma 1 -

Tabella 1 - Alberi paralleli

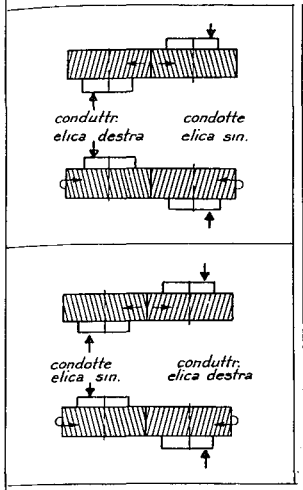


Tabella 2 - Alberi a 90°

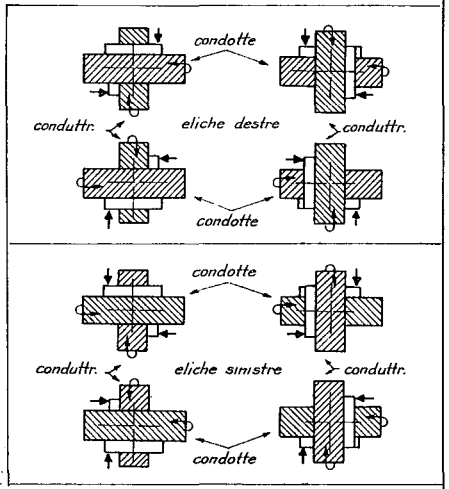
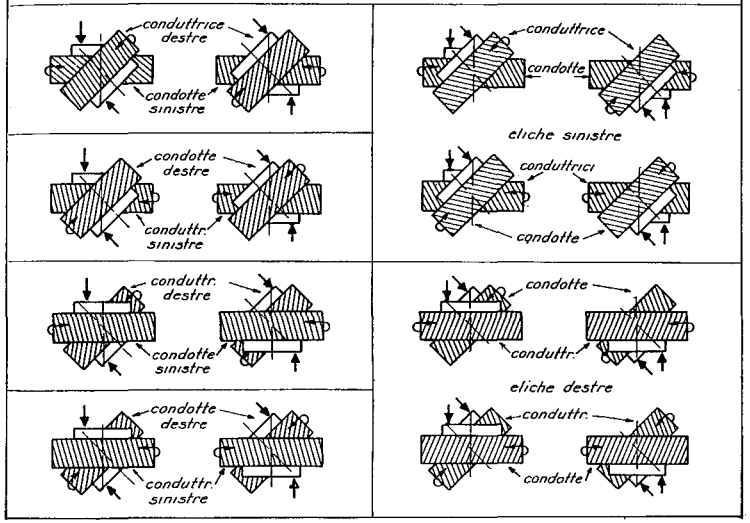
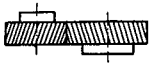


Tabella 3 - Diagramma 2 - Alberi a 45° o angolo qualsiasi



Ingranaggi cilindrici elicoidali



Alberi paralleli (combinazioni 1,2,3,4) Posizioni ruote, direzione elica, senso di rotazione, spinte assiali vedi tabella 1 del diagramma 1.

1) Alberi paralleli, Rapporto 1, Interasse approssimato.

Dati. a_0, m, z, β_0 (usualm. < 20°)

Diametro prim.	d	(z • m):cos β
Diam. di testa	da	d + 2m
Passo elica	pz	π d • ctg β
Interasse eff.	a	a = d

2) Alberi paralleli, Rapporto 1, Interasse esatto.

Dati. m, z, a, d = a

Angolo elica usualmente < 20°	β	cos β = = (z • m) d
Diam. di testa	da	d + 2m
Passo elica	pz	π • d • ctg β

3) Alberi paralleli, Rapporto diverso da 1, Interasse approssim.

Dati. a_0, m, z_2, β, u.

Diametro prim.	d_2	$(z_2 \cdot m):\cos\beta$
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	$\pi \cdot d_2$ ctg β
Interasse eff.	a	$(d_2 + d_1) .2$
Diametro prim.	d_1	$(z_1 \cdot m):\cos\beta$
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	π d_1 ctg β

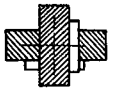
4) Alberi paralleli, Rapporto diverso da 1, Interasse esatto.

Dati. a, m, z_2, z_1, u.

$[(z_2+z_1)\cdot m]$ .2 deve risultare < ma vicino ad a.

Ang. el. $\beta(\cos) = [(z_2+z_1)\cdot m].2a$

Diametro prim.	d_2	$(z_2$ m):cos β
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	π d_2 ctg β
Diametro prim.	d_1	$(z_1$ m):cos β
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	π d_1 ctg β



Alberi a 90° (combinazione 5,6,7,8) La somma degli angoli delle eliche, deve essere uguale a 90° Le ruote hanno uguale direzione di elica. Posizione delle ruote, direzione elica, senso di rotazione, spinte assiali, vedi tabella 2 del diagramma 1.

5) Alberi con Σ = 90°, Rapporto 1 Interasse approssimato.

Dati. a_0, m, z, β. Quando $\beta_2 = \beta_1 =$ = 45° le due ruote sono uguali.

Diametro prim.	d	(z m):cos β
Diam di testa	da	d + 2m
Passo elica	pz	π d ctg β
Interasse eff.	a	som. rag.pr.

6) Alberi con Σ = 90°, Rapporto 1 Interasse esatto.

Le ruote hanno probabili differenti d e β. Dati. a, m, β_0 (angolo elica approssim. di una ruota)

$z = \frac{a}{m} \cos\beta_0$ (per β_0 = 45°) e

$\frac{a}{m} \cdot \frac{sen2\beta_0}{\sqrt{+sen2\beta_0}}$ (per ogni altro angolo) (arrotondare i risultati)

una ruota (₂) e l'altra ruota (₁)

Ang. elica β_2 $sen\ 2\beta_2 = \frac{z^2 \quad m^2}{2a^2} \pm$

$$\pm\sqrt{\frac{z^2 \quad m^2}{a^2} + \left(\frac{z^2 \quad m^2}{2a^2}\right)^2}$$

Diametro prim.	d_2	$(z\cdot m):\cos\beta_2$
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	π d_2 ctg β_2
Ang. elica	β_1	90° − β_2
Diametro prim.	d_1	$(z\cdot m):\cos\beta_1$
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	π d ctg β_1

7) Alberi con Σ = 90°, Rapporto diverso da 1, Interasse approssimato.

Dati. a_0, m, u, z_1 = $\frac{1,41\ a_0}{(u+1)m}$ (per β = 45°) e $\frac{2a_0\cos\beta_2\cos\beta_1}{m(u\cos\beta_1+\cos\beta_2)}$ (per ogni altro angolo)

Diametro prim.	d_2	$(z_2$ m):cosβ_2
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	π d_2 ctg β_2
Interasse eff.	a	$d_2 + d_1$ 2
Diametro prim.	d_1	$(z_1\cdot m)\cdot\cos\beta_1$
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	π d_1 ctg β_1

7a) Alberi con Σ = 90°, Rapporto diverso da 1, Interasse approssimato.

Soluzione con angoli elica diversi da 45°

Le ruote di un ingranaggio con u diverso da 1 avranno d diversi proporzionali al u, se le eliche

Ingranaggi cilindrici elicoidali

hanno angolo di 45° Ragioni di spazio o di β della ruota conduttrice possono consigliare di variare l'angolo delle eliche. Con ciò si ottiene anche una riduzione della differenza fra i diametri delle ruote. Esempio: Ingranaggio con u = 1.3. Si stabilisce che il diametro delle ruote risulti 1/2, da cui. 1/3 1/2 = 2/3. L'angolo β sara: tg β = 2/3. Le altre formule, come per la combinazione 7

7b) Alberi con Σ = 90°, Rapporto diverso da 1, Interasse approssimato.

Soluzione con ruote di diametro uguale.

In caso di necessita, il rapporto di ingranaggio (u) puo essere risolto con opportuno angolo delle eliche, conseguendo per le due ruote un eguale diametro. In questo caso, le formule per trovare l'angolo delle eliche diventano: $tg\beta_2 = z_2 \quad z_1$, β = 90° − β. La altre formule come per la combinazione 7

8) Alberi con Σ = 90°, Rapporto 1 Interasse esatto.

Dati. m, u, a, β_0 (angolo elica approssimato ruota piu grande) = $= \frac{2a \cdot sen\ \beta_0}{m\cdot(1+u\cdot tg\beta_0}$ (arrotondare)

ruota grande:

Angolo elica β da trovare per prove successive da:

$u \sec\beta + \cos c\ \beta = \frac{2u}{z_1 \cdot m}$

Diametro prim.	d_2	$(z_2\cdot m):\cos\beta$
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	π • d_2 • ctg β
ruota piccola:		
Angolo elica	β_1	90° − β
Diametro prim.	d_1	$(z_1\cdot m):\cos\beta_1$
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	π • d_1•ctg β_1

Esempio di calcolo ingranaggio (combinazione 8)

Dati. m=3, U=3, a=246, β_0 = 45°

$z = \frac{492x0,70711}{3x(1+3)} = 28,99$ (arr 29)

z_2 = 29 x 3 = 87

$\beta = u \sec\beta + \cos c\beta = \frac{492}{3x29} = 5,655$

u = secβ+ coscβ (1a prova con β = = 45°) 3 x 1,4142+1,4142 = 5,657 (2a prova con β = 44°58')

3x1,4134+1,4150=5,655; β = 44°58'

β = 90° − 44°58' = 45°2'

d_2 = (87 x 3) 0,70752 = 368,894

da_2 = 368,894 + 6 = 374,894

pz_2 = 3,1416 x 368,894 x 1,00116= = 1160,26

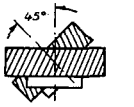
d_1 = (29 x 3) 0,70669 = 123,109

da_1 = 123,109 + 6 = 129,109

pz_1 = 3,1416 x 123,109 x 0,99884= = 386,31

8a) Alberi con Σ = 90°, Rapporto diverso da 1, Interasse esatto. Angolo dell'elica per ottenere il minimo interasse.

Per ogni rapporto dato (u) di ingranaggi vi e un'angolo elica β della ruota grande e un'angolo β_1 = 90° − β della ruota piccola che danno il minimo interasse. La formula e ctg β = $3\sqrt{u}$. Le altre formule come nella combinazione 8.



Alberi a 45° (combinazioni 9,10,11, 12) La somma degli angoli delle due ruote e uguale a Σ e sono dirette nello stesso senso se ciascun angolo e < di Σ Le ruote hanno direzioni d'elica diversa l'una dall'altra. Direzione eliche, senso di rotazione, spinte assiali, vedi tabella 3 del diagramma 2.

9) Alberi con Σ = 45°, Rapporto 1 Interasse approssimato.

Dati. a_0, m, β_2 (conduttrice) β_1 (condotta) z (approssimato)=

$$= \frac{2a \cos\beta_2 \cos\beta_1}{m(\cos\beta_2 + \cos\beta_1)}$$

con elica avente α = 22°30', a = d

Diametro prim.	d	(z m):0,92388
Diam. di testa	da	d + 2m
Passo elica	pz	7,584 • d

Angolo diverso da 22°30'

ruota conduttrice:

Diametro prim.	d_2	(z•m) cos β_2
Diam. di testa	da_2	$d_2 + 2m$
Passo elica	pz_2	π d_2 • ctg β_2
Interasse eff.	a	som.rag. pr.

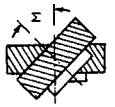
Ingranaggi cilindrici elicoidali

Diametro prim.	d_1	$(z\ m):\cos\beta_1$
Diam. di testa	da_1	$d_1 + 2m$
Passo elica	pz_1	$\pi\ d_1\ ctg\ \beta_1$

10) Alberi con $\Sigma = 45°$, Rapporto 1, Interasse esatto.
Dati. $m, a, \beta_{02}, \beta_{01}, z =$
$$= \frac{2a \cdot \cos\beta_{02} \cdot \cos\beta_{01}}{m(\cos\beta_{02} + \cos\beta_{01})}$$
Angoli eliche β_2 e β_1 da trovare per prove successive da:
$$\sec\beta_2 + \sec\beta_1 = \frac{2a}{m \cdot z}$$
una ruota $(_2)$ e l'altra ruota $(_1)$ d, da, pz come la combinazione 6.

11) Alberi con $\Sigma = 45°$, Rapporto diverso da 1, Interasse appross.
Dati. $a_0, m, u, \beta_2, \beta_1, z_1 =$
$$= \frac{2a_0 \quad \cos\beta_2 \cdot \cos\beta_1}{m(u \cdot \cos\beta_1 + \cos\beta_2}, \quad z_2 = z_1 \cdot u$$
d, da, pz come la combinazione 7
Interasse eff. $a \quad (d_2 + d_1 \quad 2$

12) Alberi con $\Sigma = 45°$, Rapporto diverso da 1, Interasse esatto.
Dati. $m, u, \beta_{02}, \beta_{01}, a, z_1 =$
$$= \frac{2a \cdot \cos\beta_{02} \cdot \cos\beta_{01}}{m \cdot (u \cdot \cos\beta_{01} + \cos\beta_{02})}, \quad z_2 = z_1\ u$$
Angolo eliche β_1 e β_2 da trovare per prove successive da:
$$u \quad \sec\beta_2 + \sec\beta_1 = \frac{2a}{z_1 \cdot m}$$
d, da, pz come la combinazione 7



Alberi con Σ qualsiasi (combinazioni 13,14,15, 16)
La somma degli angoli delle eliche delle due ruote e uguale a Σ e dirette nello stesso senso se ciascun angolo e < di Σ. Quando l'angolo di un'elica e > di Σ, le ruote hanno direzioni diverse l'una dall'altra. Angoli eliche, senso di rotazione, spinte assiali, vedi tabella 3 del diagramma 2.

13) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto 1, Interasse approssimato.
Dati. $a_0, m, \beta_2, \beta_1, z =$ (2a $\cos\beta_2 \cos\beta_1$) $[m \cdot (\cos\beta_2 + \cos\beta_1)]$ una ruota $(_2)$ e l'altra ruota $(_1)$ d, da, pz come la combinazione 6. Interasse eff. a = somma dei raggi primitivi.

13a) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto 1, Interasse approssimato.
Soluzione con diam. diversi stab.
Gli ingr con $u = 1$ e β_2 e $\beta_1 = \Sigma.2$ hanno Ø uguali. Occorrendo Ø differenti, si ricava β_2 e β_1 dal rapporto dei Ø stabiliti.
$tg\ \beta_2 = (d_2 \quad d_1 - \cos\Sigma) \quad sen\ \Sigma$
$\beta_1 = \Sigma - \beta_2$ (1), $z = d_2 : m \cdot \cos\beta_2$ d, da, a (effettivi), pz come nella combinazione 6. (1) Quando β_2 e > di Σ, direzione di eliche di senso opposto e $\beta_1 = \beta_2 - \Sigma$.

14) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto 1, Interasse esatto.
Dati. $a, m, \beta_{02}, \beta_{01}, z = (2a \cdot \cos\beta_{02} \cdot \cos\beta_{01}) \quad [m \cdot (\cos\beta_{02} + \cos\beta_{01})]$
una ruota $(_2)$ e l'altra ruota $(_1)$
Angolo elica β_2 e β_1 da trovare per prove successive da:
$\sec\beta_2 + \sec\beta_1 = 2a \quad (z \quad m)$
d, da, pz come la combinazione 6.

15) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto diverso da 1, Interasse approssimato.
Dati. $a_0, m, u, \beta_2, \beta_1, z_1 = (2a \cdot \cos\beta_2) \cdot [m \cdot (u+1)]$ per angoli uguali e $z_1 = (2a \cdot \cos\beta_2 \cdot \cos\beta_1) \cdot [m \cdot (u \cdot \cos\beta_1 + \cos\beta_2)]$ per ogni altro angolo; $z_2 = z_1 \quad u$.
d, da, pz, come la combinazione 7
Interasse eff. a = somma rag. pr.

15a) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto diverso da 1, Inter appr. Soluzione con ruote di Ø uguale. In caso di necessita il rapporto u puo essere realizzato con angoli eliche e diametri uguali nelle due ruote. $tg\ \beta_2 = (z_2 : z_1 - \cos\Sigma) : \beta_1 = \Sigma - \beta_2$ (1), a = d. Le altre formule come nella comb. 7 (1) Quando β_2 e > di Σ, la direzione delle eliche e di segno opposto, $\beta_1 = \beta_2 - \Sigma$

16) Alberi con Σ qualsiasi, Rapporto diverso da 1, Inter. esatto
Dati. $a, m, \beta_{02}, \beta_{01}, u, z_1 =$
$= (2a \quad \cos\beta_{01} \quad \cos\beta_{02}) \quad [m \quad (u \quad \cos\beta_{01} + \cos\beta_{02}) \quad , z_2 = z_1 \quad u$
Angoli delle eliche β_2 e β_1 da trovare per prove successive da:
$u \quad \sec\beta_2 + \sec\beta_1 = 2a \quad (z_1 \cdot m)$
d, da, pz come la combinazione 6.

Ingranaggi cilindrici elicoidali - Calcolo grafico

Alberi a 90° - Rapporto div da 1
Interasse esatto
Il calcolo di questi ingr. puo anche essere eseguito graficamente in modo da definire, entro certi limiti, l'ampiezza dell'angolo dell'elica delle due ruote. Nel caso di una coppia ruota-pignone, supposto quest'ultimo conduttore, si potra determinare il suo angolo inclinazione elica, maggiore di quello della ruota (fig.1) oppure

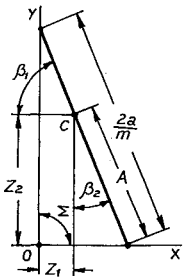


Fig. 1 - Σ = 90°, β_1 > di β_2

con angoli uguali, in certi casi preferibili(fig.2) Il grafico sa

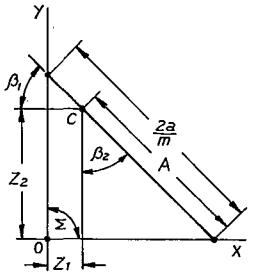


Fig. 2 - Σ = 90°, $\beta_1 \simeq$ di β_2

ra in mm o in cm. Portare dal punto 0 due perpendicolari Ox e Oy e parallele a queste, due linee a distanza Z_2 (N° denti ruota) e Z_1 (N° denti pignone) alla scala del tracciato. Queste parallele si tagliano nel punto C. Da qui condurre una lunghezza 2a:m in modo che le estremita di questa retta tocchino le linee Ox e Oy senza perdere il contatto col punto C. Otterremo: A, misurandola sul grafico: $\cos\beta_2 = Z_2 : A$; $\beta_1 = 90° - \beta_2$
Per imprecisione del grafico, l'interasse risultante puo non essere uguale a quello stabilito. Occorrendo l'uguaglianza, ripetere il calcolo, variando leggermente l'angolo β_2 fino ad ottenere un risultato accettabile. Esempio di calcolo (rif. fig. 3 β_1 e β_2)

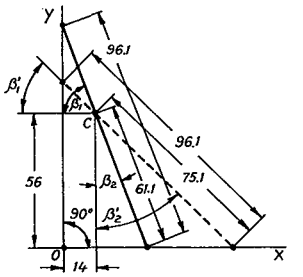
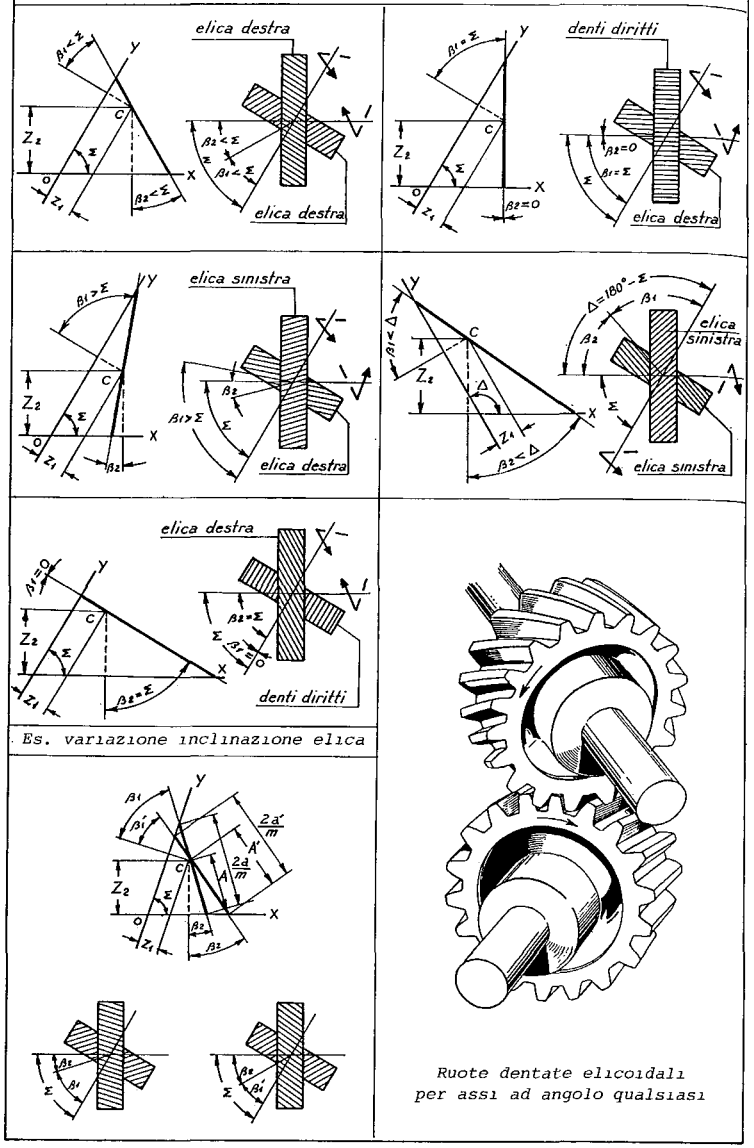


Fig. 3 -

Dati. Σ = 90°, u = 1:4, m = 0,75
$Z_2 = 56$; $Z_1 = 14$, a = 36,04.
$$\cos\beta_2 = \frac{Z_2}{A} = \frac{56}{61,1} = 0,91635 = 23°35'$$
$$\beta_1 = 90° - \beta_2 = 90° - 23°35' = 66°25'$$
$$a = \frac{\frac{Z_2\ m}{\cos\beta_2} + \frac{Z_1\ m}{\cos\beta_1}}{2} = 36,036 \begin{Bmatrix} Diff. \\ -0,004 \end{Bmatrix}$$
Ripetendo il calcolo con $\beta_2 =$ $= 23°34'$ e $\beta_1 = 66°26'$ avremo:
$$a = \frac{\frac{Z_2\ m}{\cos\beta_2} + \frac{Z_1\ m}{\cos\beta_1}}{2} = 36,041 \begin{Bmatrix} Diff. \\ +0,001 \end{Bmatrix}$$
Esempio di calcolo (riferimento figura 3 β_1' e β_2')
$$\cos\beta_2' = \frac{Z_2}{A} \quad \frac{56}{75,1} \quad 0,74567 = 41°37'$$
$$\beta_1' = 90° - \beta_2' = 90° - 41°37' = 48°13'$$
$$a = \frac{\frac{Z_2\ m}{\cos\beta_2'} + \frac{Z_1\ m}{\cos\beta_1'}}{2} = 36,041 \begin{Bmatrix} Diff. \\ +0,001 \end{Bmatrix}$$
Con lo stesso metodo si possono calcolare anche ingranaggi con alberi a qualsiasi angolo. I grafici saranno costruiti come indicato nella pagina seguente.

Ingranaggi cilindrici elicoidali - Calcolo grafico -

Soluzione grafica del senso delle eliche



Ruote dentate elicoidali per assi ad angolo qualsiasi

Ingranaggi cilindrici elicoidali

Misura scartamento

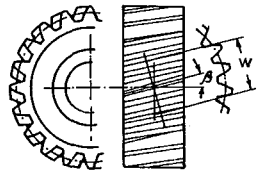
W=scartamento; k=numero dei denti tra i tasti di misura(questo numero va posto come pedice a W), α = =angolo di pressione; αt = angolo di pressione trasversale; Z= numero denti, Z_1= numero denti fittizio, β = angolo elica; m = modulo.

$tg\ \alpha = tg\ \alpha \quad \cos \beta$,

$Z_1 = Z \quad inv\ \alpha t \quad inv\ \alpha$,

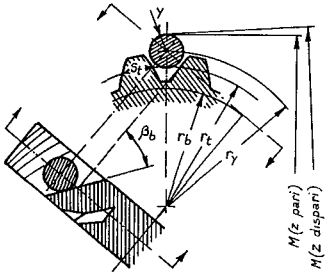
$k=[(\alpha \cdot Z_1).180]+1$ (arrotondare) ,

$W=m(\cos \alpha \cdot \pi\ (k-0,5)+\cos \alpha \cdot Z \cdot inv\alpha)$



Misurazione su due sfere di diametro conosciuto

α =angolo di pressione in rt
αy=angolo di pressione in ry
αt=angolo di press. trasversale
- Ruota esterna -

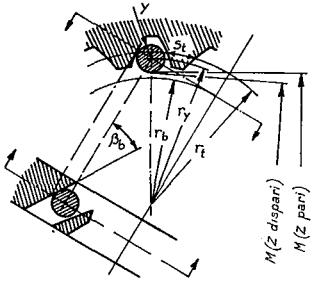


$St = S:\cos\beta$, $tg\ \alpha t = tg\ \alpha:\cos\beta$,
$tg\ \beta b=\cos \alpha t \cdot tg\ \beta$; $rb=rt \cdot \cos \alpha t$

$$inv\ \alpha y= \frac{St}{2rt} + inv\ \alpha t+\frac{y}{rb\ \cos \beta b} - \frac{\pi}{Z}$$

$ry= rb:\cos \alpha y$, $M(Z\ pari)=2(ry+y)$
$M(Z\ dispari)=2(y+ry \cdot \cos 90°.Z)$

S = arco spessore dente normale
β = angolo dell'elica
Z = numero dei denti
- Ruota interna -



$St= S:\cos\beta$, $tg\ \alpha t= tg\ \alpha \quad \cos\beta$,
$tg\ \beta b=\cos \alpha t \cdot tg\ \beta$, $rb=rt \cdot \cos ot$,

$$inv\ \alpha y= \frac{\pi}{Z} +inv\ \alpha t- \frac{St}{2rt} - \frac{y}{rb \cdot \cos \beta b}$$

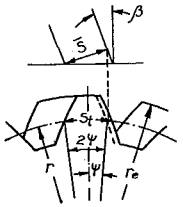
$ry=rb:\cos \alpha y$, $M(Z\ pari)= 2(ry-y)$,
$M(Z\ dispari)=2(ry \cdot \cos 90°.Z-y)$

Spessore e altezza cordale normale

angolo d'elica β e passo dell'elica pz al primitivo

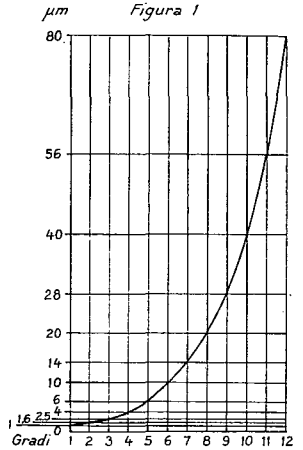
$$tg\ \beta = \frac{2\pi r}{pz} \quad , \quad pz = \frac{2\pi r}{tg\beta}$$

arco spessore dente normale
$S = 1,5708\ m$
arco spessore dente trasversale
$St = S \quad \cos \beta$
semiangolo spessore dente
arc ψ = $(St \cos^2 \beta\ ) \quad 2r$
corda $\overline{S}$ = $(2r\ sen\ \psi) \quad \cos \beta$
altezza sulla corda $\overline{ha}=re-r \cos \psi$



Grado di precisione degli ingranaggi paralleli ad evolvente

Sistema di precisione per ingranaggi ad evolvente, diritti e elicoidali (ruote esterne e interne) definiti dalla serie di moduli (UNI 6586) e dalla dentiera di riferimento (UNI 6587)



Errori limite di passo trasversale singolo fpt (d fino a 125 mm, m = 1 - 3,5)

La UNI 7880 prevede 12 gradi di precisione denominati 1, 2, 3 fino a 12. La precisione diminuisce dal grado 1 al grado 12 secondo una curva parabolica avente un andamento simile a quello di fig. 1 Per le due ruote di un ingranaggio si usa, di regola lo stesso grado di precisione.

- Scelta del grado di tolleranza-

Premesso che, in alcuni casi, le tolleranze per i gradi di precisione 1 e e 3 sono dello stesso ordine di grandezza di quelle delle ruote campione usate per il loro controllo, risulta subito evidente che questi primi tre gradi sono riservati a ruote di estrema precisione, implicanti difficolta di lavorazione e quindi alti costi.

Solo in casi eccezionali puo necessitare l'uso di precisioni inferiori al grado 3. Anche i gradi 4 e 5 comportano precisioni di tutto rispetto.

I gradi 6, 7 e 8 rientrano invece tra le lavorazioni che potremmo chiamare di precisione. Il grado 9 e di media precisione, mentre i gradi 10, 11 e 12 si possono considerare da corrente precisione a lavorazione grossolana.

Naturalmente queste definizioni hanno un valore molto limitato se non considerate con tutti gli altri fattori che entrano in gioco, similmente a quelli che abbiamo indicato nella premessa al sistema di tolleranze ISO.

- Designazione -

Nella designazione il grado di precisione si fa seguire da due lettere che indicano gli scostamenti limite dello spessore del dente (vedi nota di tabella 8)

Esempio: 6 FL

I valori delle tabelle seguenti sono ricavati dalle rispettive formule (per d, L e b in media geometrica, per m in media aritmetica) I risultati sono arrotondati ai numeri normali piu prossimi della serie R 20. (per i valori di f_p, gradi da 1 a 7, della serie R 40)

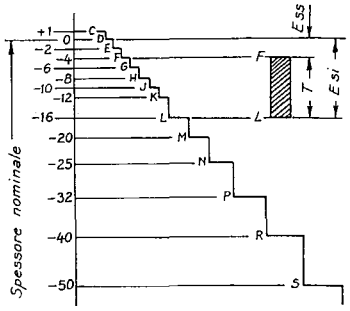


Figura 2 - Tolleranza sullo spessore del dente - Esempio: FL, se Ess = F ed Esi = L, allora T= Esi (-16 fpt) - Ess (-4 fpt) = -12 fpt

segue: Grado di precisione degli ingranaggi paralleli ad evolvente

Tabella 1) Tolleranze sul diametro del foro (o albero se di pezzo con la ruota) e sul diametro di testa (1)

Grado di precisione		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Foro	toll. sul Ø	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5	IT6	IT7	IT7	IT8	IT8	IT8	IT8
	toll. di forma	IT1	IT2	IT3									
Alb.	toll. sul Ø	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5	IT5	IT6	IT6	IT7	IT7	IT8	IT8
	toll. di forma	IT1	IT2	IT3									
Toll. Ø di testa		IT6	IT6	IT7	IT7	IT7	IT8	IT8	IT8	IT9	IT9	IT11	IT11

Tabella 2) Tolleranze di oscillazione (in µm) delle superfici di rif.

d (mm) oltre	fino a	Grado di precisione 1e2	3e4	5e6	7e8	9a11
-	125	2,8	7	11	18	28
125	400	3,6	9	14	22	36
400	800	5,0	12	20	32	50

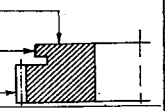


Tabella 3) Errori limite cumulati Fpk (*) ed errori limite totali di divisione Fp (in um)

L (*) mm oltre	fino a	Grado di precisione 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	11,2	1,1	1,8	2,8	4,5	7,0	11	16	22	32	45	63	90
11,2	20	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	22	32	45	63	90	125
20	32	2,0	3,2	5,0	8,0	12	20	28	40	56	80	112	160
32	50	2,2	3,6	5,5	9,0	14	22	32	45	63	90	125	180
50	80	2,5	4,0	6,0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
80	160	3,2	5,0	8,0	12	20	32	45	63	90	125	180	250
160	315	4,5	7,0	11	18	28	45	63	90	125	180	250	355
315	630	6,0	10	16	25	40	63	90	125	180	250	355	500
630	1000	8,0	12	20	32	50	80	112	160	224	315	450	630
1000	1600	10	16	25	40	63	100	140	200	280	400	560	800

Tabella 4) Errori limite di passo trasversale singolo fpt (in µm)

d (mm) oltre	fino a	m (mm) oltre	fino a	Grado di precisione 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	125	da 1	3,5	1,0	1,6	2,5	4	6	10	14	20	28	40	56	80
		3,5	6,3	1,2	2,0	3,2	5	8	13	18	25	36	50	71	100
		6,3	10	1,4	2,2	3,6	5,5	9	14	20	28	40	56	80	112
125	400	da 1	3,5	1,1	1,8	2,8	4,5	7	11	16	22	32	45	63	90
		3,5	6,3	1,4	2,2	3,6	5,5	9	14	20	28	40	56	80	112
		6,3	10	1,6	2,5	4,0	6	10	16	22	32	45	63	90	125
		10	16	1,8	2,8	4,5	7	11	18	25	36	50	71	100	140
		16	25	2,2	3,6	5,5	9	14	22	32	45	63	90	125	180
400	800 (2)	da 1	3,5	1,2	2,0	3,2	5	8	13	18	25	36	50	71	100
		3,5	6,3	1,4	2,2	3,6	5,5	9	14	20	28	40	56	80	112
		6,3	10	1,8	2,8	4,5	7	11	18	25	36	50	71	100	140
		10	16	2,0	3,e	5,0	8	13	20	28	40	56	80	112	160
		16	25	2,5	4,0	6,0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
		25	40	3,2	5,0	8,0	13	20	32	45	63	90	125	180	250

Formula 1) Toller sul passo trasversale singolo, uguale a ± fpt.
Formula 2) Toller. sul passo normale singolo, uguale a ± fpt cosß
Formula 3) Toller. sul passo base singolo, uguale a fpt cos α
(*) Fpk e il max errore ammissibile su tutto l'arco del cerchio di controllo di lunghezza L = k π m corrispondente a qualunque numero k di passi minore di Z/2. Fp=Fpk per k = Z/2 (L = 1/2 circonfer.)
(1) Valori di IT vedi tab. 12. (2) Per d fino a 4000, vedi UNI 7880.

segue

segue: Grado di precisione degli ingranaggi paralleli ad evolvente

Tabella 5) Tolleranze di oscillazione radiale Fr (in µm)

d (mm) oltre	d (mm) fino	m (mm) oltre	m (mm) fino	Grado di precisione 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	125	da 1	3,5	3,6	5,5	9	14	22	36	50	63	80	100	125	160
		3,5	6,3	4,5	7,0	11	18	28	45	63	80	100	125	160	200
		6,3	10	5,0	8,0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
125	400	da 1	3,5	4,0	6,0	10	16	25	40	56	71	90	112	140	180
		3,5	6,3	5,0	8,0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
		6,3	10	5,5	9,0	14	22	36	56	80	100	125	160	200	250
		10	16	6,0	10	16	25	40	63	90	112	140	180	224	280
		16	25	8,0	13	20	32	50	80	112	140	180	224	280	355
400	800	da 1	3,5	4,5	7,0	11	18	28	45	63	80	100	125	160	200
		3,5	6,3	5,0	8,0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
		6,3	10	5,5	9,0	14	22	36	56	80	100	125	160	200	250
		10	16	7,0	11	18	28	45	71	100	125	160	200	250	315
		16	25	9,0	14	22	36	56	90	125	160	200	250	315	400
		25	40	11	18	28	45	71	112	160	200	250	315	400	500

Tabella 6) Errori totali di profilo ft (in µm)

d (mm) oltre	d (mm) fino	m (mm) oltre	m (mm) fino	Grado di precisione 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	125	da 1	3,5	2,1	2,6	3,6	4,8	6	8	11	14	22	36	56	90
		3,5	6,3	2,4	3,0	4,0	5,3	7	10	14	20	32	50	80	125
		6,3	10	2,5	3,4	4,5	6,0	8	12	17	22	36	56	90	140
125	400	da 1	3,5	2,4	3,0	4,0	5,3	7	9	13	18	28	45	71	112
		3,5	6,3	2,5	3,2	4,5	6,0	8	11	16	22	36	56	90	140
		6,3	10	2,6	3,6	5,0	6,5	9	13	19	28	45	71	112	180
		10	16	3,0	4,0	5,5	7,5	11	16	22	32	50	80	125	200
		16	25	3,4	4,8	6,5	9,5	14	20	30	45	71	112	180	280
400	800	da 1	3,5	2,6	3,4	4,5	6,5	9	12	17	25	40	63	100	160
		3,5	6,3	2,8	3,8	5,0	7,0	10	14	20	28	45	71	112	180
		6,3	10	3,0	4,0	5,5	7,5	11	16	24	36	56	90	140	224
		10	16	3,2	4,5	6,0	9,0	13	18	26	40	63	100	160	250
		16	25	3,8	5,3	7,5	10,5	16	24	36	56	90	140	224	355
		25	40	4,5	6,5	9,5	14	21	30	48	71	112	180	280	450

Tabella 7) Errori limite totali di distorsione Fß (in µm)

Largh. di dent.b (mm) oltre	fino a	Grado di precisione 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	40	2,8	3,6	4,5	5,5	7	9	11	18	28	45	71	112
40	100	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12	16	25	40	63	100	160
100	160	5,0	6,0	8,0	10	12	16	20	32	50	80	125	200

Tabella 8) Tolleranze sullo spessore del dente (o sullo scartamento) - Si scelgono i due scostamenti superiore ed inferiore in multipli di fpt (vedere anche la figura 2)*

C=+1 fpt	E=-2 fpt	G=-6 fpt	J=-10 fpt	L=-16 fpt	N=-25 fpt	R=-40 fpt
D = 0	F=-4 fpt	H=-8 fpt	K=-12 fpt	M=-20 fpt	P=-32 fpt	S=-50 fpt

*Gli scostamenti non sono necessariamente funzione della qualità della dentatura, scostamenti piuttosto grandi possono essere necessari per alcuni tipi di dentature di precisione che devono funzionare con un rilevante gioco fra i denti. * Per una dentatura elicoidale i valori sono relativi allo spessore normale teorico.*

segue

segue: Grado di precisione degli ingranaggi paralleli ad evolvente

Tabella 9) Errori limite composti radiali Fi" (in um)

d (mm) oltre	d (mm) fino	m (mm) oltre	m (mm) fino	Grado di precisione 4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	125	da 1	3,5	20	32	50	71	90	112	140	180	224	Per i gradi di precisione 1, 2 e 3, le tolleranze sono dello stesso ordine di grandezza di quelle campione usate per il loro controllo.
		3,5	6,3	25	40	63	90	112	140	180	224	280	
		6,3	10	28	45	71	100	125	160	200	250	315	
125	400	da 1	3,5	22	36	56	80	100	125	160	200	250	
		3,3	6,3	28	45	71	100	125	160	200	250	315	
		6,3	10	32	50	80	112	140	180	224	280	355	
		10	16	36	56	90	125	160	200	250	315	400	
		16	25	45	71	112	160	200	250	315	400	500	
400	800	da 1	3,5	25	40	63	90	112	140	180	224	280	
		3,5	6,3	28	45	71	100	125	160	200	250	315	
		6,3	10	32	50	80	112	140	180	224	280	355	
		10	16	40	63	100	140	180	224	280	355	450	
		16	25	50	80	125	180	224	28a	355	450	560	
		25	40	63	100	160	224	280	355	450	560	710	

Tabella 10) Tolleranze di salto radiale fi" (in um)

d (mm) oltre	d (mm) fino	m (mm) oltre	m (mm) fino	Grado di precisione 4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	125	da 1	3,5	7	10	14	20	28	36	45	56	71	Per i gradi di precisione 1, 2 e 3, le tolleranze sono dello stesso ordine di grandezza di quelle campione usate per il loro controllo.
		3,5	6,3	9	13	18	25	36	45	56	71	90	
		6,3	10	10	14	20	28	40	50	63	80	100	
125	400	da 1	3,5	8	11	16	22	32	40	50	63	80	
		3,5	6,3	10	14	20	28	40	50	63	80	100	
		6,3	10	11	16	22	32	45	56	71	90	112	
		10	16	13	18	25	36	50	63	80	100	125	
		16	25	16	22	32	45	63	80	100	125	160	
400	800	da 1	3,5	9	13	18	25	36	45	56	71	90	
		3,5	6,3	10	14	20	28	40	50	63	80	100	
		6,3	10	11	16	22	32	45	56	71	90	112	
		10	16	14	20	28	40	56	71	90	112	140	
		16	25	18	25	36	50	71	90	112	140	180	
		25	40	22	32	45	63	90	112	140	180	224	

Formula 4) Errori limite composti tangenziali Fi' = Fp + ff

Formula 5) Tolleranze di salto tangenziale fi' = fpt + ff

Tabella 11) Tolleranze d'interasse fa (salvo diversa necessita)

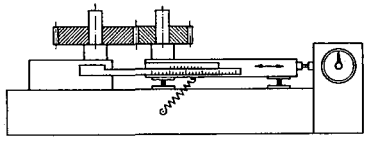
Grado di precisione	1 e 2	3 e 4	5 e 6	7 e 8	9 e 10	11 e 12
Valore di fa	0,5 IT4	0,5 IT6	0,5 IT7	0,5 It8	0,5 IT9	0,5 IT11

Formula 6) Errori limite di inclinazione fx = Fß

Formula 7) Errori limite di deviazione fy = 0,5 Fß

Formula 8) Errori limite composti dell'ingranaggio:

Salvo contraria indicazione, sono il risultato della somma delle tolleranze corrispondenti delle due ruote: Fi", composti radiali, fi", di salto radiale; Fi', composti tangenziali, fi', di salto tangenziale. Sono designati con: ΣFi", Σfi", ΣFi', Σfi'



Controllo errore composto radiale

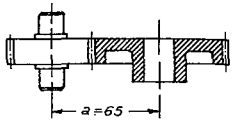
segue: Grado di precisione degli ingranaggi paralleli ad evolvente

Tab. 12) Valori di IT (•estrapol.) di toll. per pezzi lisci sist. ISO

Gruppo dim. oltre	fino a	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
		μm										
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400
500	630	-	-	-	22•	32•	44	70	110	175	280	440
630	800	-	-	-	25•	36•	50	80	125	200	320	500
800	1000	-	-	-	28•	40•	56	90	140	230	360	560
1000	1250	-	-	-	33•	47•	66	105	165	260	420	660
1250	1600	-	-	-	39•	55•	78	125	195	310	500	780
1600	2000	-	-	-	46•	65•	92	150	230	370	600	920
2000	2500	-	-	-	55•	78•	110	175	280	440	700	1100
2500	3150	-	-	-	68•	96•	135	210	330	540	860	1350
3150	4000	-	-	-	82•	115•	165•	260•	410•	660•	1050•	1650•

Es. di applicaz. - Ingranaggio a dent. diritta. Grado di precis. 6 FL
modulo m = 2, largh. dent. = 16, inter = 65

Pignone	Ruota
$Z_a=25$, $d_2=50$, $d_{a_2}=54$	$Z_1=40$, $d_1=80$, $d_{a_1}=84$
Ø albero = 16	Ø foro = 20
Ø superf. rifer = 42	Ø superf. rifer.=72
arco $L(=0,5d_2\ \pi)=78,5$	arco $L(=0,5d_1\cdot\pi)=125,6$



	Errori o tolleranze in μm		Pign.	Ruota
Corpo del pignone e della ruota	toll. su Ø albero (IT5) e del foro (IT6)	Tab.1	8	13
	toll. su Ø di testa (IT8)	" 1	46	54
	oscill. rad. e ass. superf. di rifer	" 2	11	11
Dentatura pignone e ruota	errore totale di divisione F_p	Tab.3	25	32
	errore di passo singolo ± f_{pt}	Tab.1-Form.1	10	10
	errore di oscill. radiale F_r	Tab.5	36	36
	errore totale di profilo f_f	" 6	8	8
	errore tot. di distors. F_β	" 7	9	9
	toll. sullo spess. (FL) scost. sup. $E_{ss}=-4\ f_{pt}x-10$	" 8	-40	-40
	toll. sullo spess. (FL) scost. inf. $E_{si}=-16\ f_{pt}x-10$	" 8	-160	-160
	errore composto radiale F_i''	" 9	50	50
	salto radiale f_i''	" 10	14	14
	errore comp. tangenz. F_i'	.Form.4	33	40
	salto tangenziale f_i'	" 5	18	18
Ingranaggio	errore d'interasse ± f_a	.Tab.11	15	
	errore d'inclinazione f_x	.Form.6	9	
	deviazione f_y	" 7	4,5	
	errore composto radiale $\Sigma F_i''$	" 8	50+50=100	
	salto radiale $\Sigma f_i''$	" 8	14+14=28	
	errore comp. tangenz. $\Sigma F_i'$	" 8	33+40=73	
	salto tangenziale $\Sigma f_i'$	" 8	18+18=36	

Le norme degli ingr. possono richiedere solo alcuni tipi di controllo

Ingranaggi a vite (cilindrica) con angolo fra gli assi di 90°

Nella coppia vite-ruota, il contatto istantaneo fra il filetto e il dente della ruota, non avviene sopra l'intera superficie come per una ordinaria coppia vite-madrevite, ma lungo una linea, la cui forma dipende sostanzialmente dal metodo seguito per la generazione del dente della ruota e vite. Senza indicare tutte le varie costruzioni geometriche, proposte e attuate, per tale generazione costruttiva, ci si limita a riportare le due soluzioni, che si prospettano più significative. La prima si basa sull'ipotesi che debbano riuscire coniugate tutte le coppie di profili, ottenute con sezioni parallele al piano medio della ruota (fig. 1) Nella sezione trasversale della figura sono indicate le proiezioni di successive linee di contatto e della zona efficace del dente della ruota

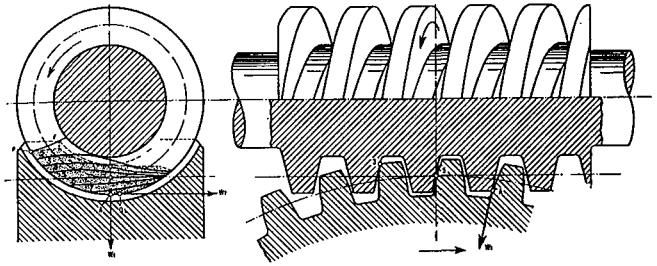


Fig. 1 -
Coppia vite-ruota, metodo David Brown

Il sistema (David Brown) è basato su rigorosi tracciati teorici (fig. 2) Dei due profili coniugati, generanti la coppia, quello della vite è convesso, quello della ruote leggermente concavo. Nei successivi istanti dell'ingranamento le linee di contatto sono curve spiraliforme assai inclinate rispetto all'elica media della vite con tendenza a divergere, ossia ad assumere un andamento più prossimo a quello radiale, quanto più grande è il numero dei principi della vite. Con questo secondo metodo sono prodotte, su scala industriale, le coppie vite-ruota "Cavex" (ditta Flender Cigala)

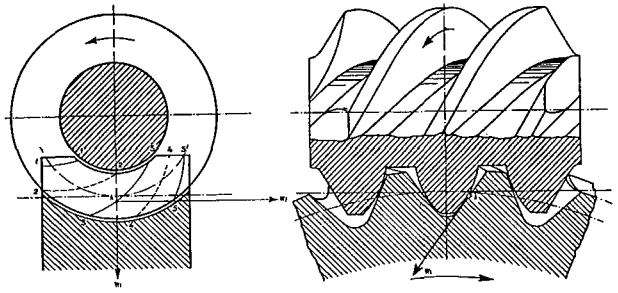
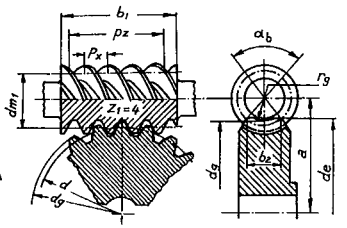


Fig. 2 -

Ingranaggio a vite cilindrica (con angolo fra gli assi di 90°)



Angolo di press. (3)	$\alpha = 20°$	
Addendum (4)	$ha = 1m$	
Dedendum (4)	$hf = 1,166m$	
Alt.tot.dente (4)	$h = 2,166m$	
Alt. utile dente	$hu = 2m$	
Gioco	$c = h - hu$	
Passo normale	$pn = \pi m$	
Spessore dente	$s = 0,5\ pn$	
Interasse	$a = 0,5(d+dm_1)$	
Rapporto d'ingr.	$u = Z_2 \quad Z_1$	
Angolo di largh.	$\alpha b = 60° \div 80°$	
N° denti. ruota = Z_2 vite = Z_1		

ruota a vite	
diametro medio	$d = Z_2 \quad m) \quad \cos y$
diametro esterno	de (vedi nota 2)
dia. fondo gola	$dg = d + 2ha$
raggio gola	$rg = dm \quad 2 - ha$
largh. dentatura	$b_2 = dm_1 \quad tg\ \alpha b \quad 2$

vite	
inclinaz. elica	$sen\ y = (m \quad Z_1) \quad dm_1$
diametro medio	dm_1 (vedi nota 1)
diametro esterno	$da_1 = dm_1 + 2ha$
passo assiale	$px = pn \quad \cos y$
passo elicoidale	$pz = px \quad Z_1$
lungh. minima	$b_1 = de^2 - (de-4m)^2 + 2px$

Nota 1 - Per stabilire un appropriato diametro primitivo della vite, essendo impossibile una norma di generale applicazione, si usa una formula empirica, basata sulla pratica attuale dei costruttori americani come indicato nella seguente tabella.

Rapporto	Diam. medio vite (appr.)	Interasse fino a mm
5-6-7	0,38a	100
	0,33a	500
8-9-10	0,38a	100
	0,25a	760
10÷20	0,37a	100
	0,24a	760
20÷40	0,36	100
	0,23a	760

Nota 2 -
Diametro esterno ruota e vite
Secondo la pratica costruttiva italiana (fig. 1)
$de = d + 2ha$, $dv = de + 2rg \quad (1-\cos \alpha b \quad 2)$
Secondo la pratica costruttiva americana (fig. 2) per inclinazione elica~15°÷20°
$de = d + (3 \quad 0,3183\ px)$, *per inclinazione elica sopra i 20°*
$de = d + (3 \quad 0,3183\ px \quad \cos y)$,
per filetto singolo o doppio:
$de = (d + 2ha) + 0,4775\ px$,
$b = 2,38\ px + 6,35$, *per filetto triplo o quadruplo:*
$de = (d + 2ha) + 0,3183\ px$,
$b = 2,15\ px + 5,08$.
Secondo la British Standard (fig. 2) ($\alpha = 20°$): $de = d + 2ha_2 + m$.

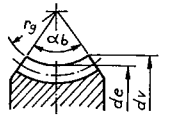


Fig. 1

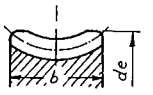
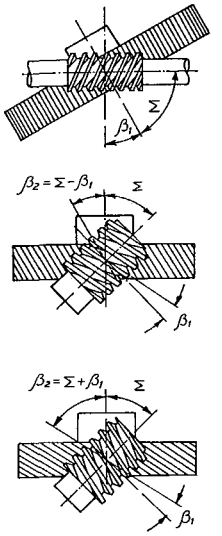


Fig. 2

Nota 3 - Angolo di pressione
Pratica costruttiva italiana, ASA B 6.9 - 1956, British Standard $\alpha = 20°$ *Si possono comunque usare angoli di pressione da 14°30' a 30° In base all'inclinazione dell'elica si usano come guida le relazioni.*
per y = 10-12 gradi, $\alpha = 14°30'$,
per y = 10-12°÷20-25° $\alpha = 20°$,
per y = 25° --35° $\alpha = 25°$,
per y sopra 35° $\alpha = 30°$

Nota 4 - Addendum e dedendum
Le seguenti formule AGMA sono applicabili alle ruote a vite industriali: per filetto singolo o doppio della vite: $ha = 0,318\ px$, $h = 0,686\ px$ *Per filetto triplice o quadruplo della vite:* $ha = 0,286\ px$, $h = 0,623\ px$.
Secondo la British Standard, vite: $ha_1 = 0,3183\ px$,
$hf_1 = m\ (2,2 \cos y - 1)$, *ruota a vite:* $ha_2 = m\ (2 \cos y - 1)$,
$hf_2 = m\ (1 + 0,2 \cos y)$

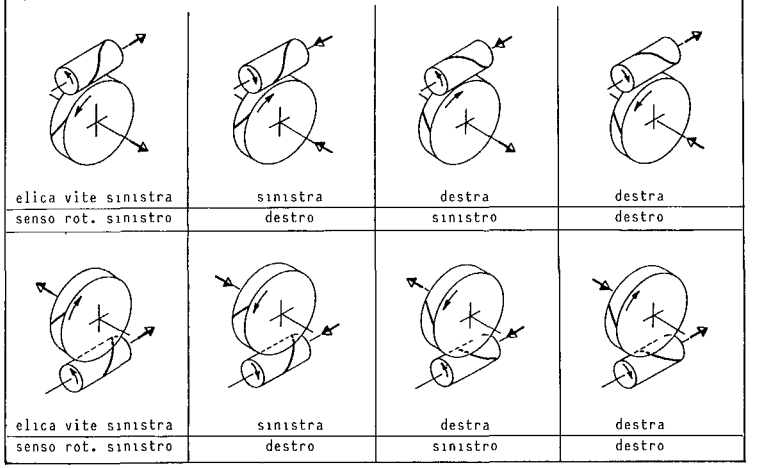
Ingranaggi a vite cilindrica (angolo tra gli assi diverso da 90°)



In casi particolari la vite cilindrica può essere accoppiata anche con una ruota cilindrica diritta o elicoidale.
Nel caso di ruota a denti diritti l'angolo degli assi Σ è complementare dell'angolo dell'elica della vite β_1
Negli accoppiamenti con ruote a denti elicoidali, l'angolo d'elica della ruota β_2 *ha il valore dell'angolo Σ con più o meno β a secondo la posizione di accoppiamento e della dentatura che potrà essere destra o sinistra.*
Per la fresatura dei denti della ruota occorre indicare sul disegno di questa, l'angolo Σ e la posizione che dovrà assumere la vite.
Gli elementi variabili per la realizzazione di questi ingranaggi possono essere, secondo le esigenze del progetto, il modulo, il diametro della vite, l'elica destra o sinistra.

Ingranaggi a vite - Inclin. elica, senso di rotaz. spinte assiali

posizione relativa vite-ruota → *direzione spinte assiali*



elica vite sinistra	sinistra	destra	destra
senso rot. sinistro	destro	sinistro	destro
elica vite sinistra	sinistra	destra	destra
senso rot. sinistro	destro	sinistro	destro

Ingranaggi a vite a fianchi concavi sistema "Cavex"

Flender Cigala Spa - Via Porpora 147 - 20131 Milano
Tel. 02/2895151 - Tlx 311527 - Fax 02/2840082

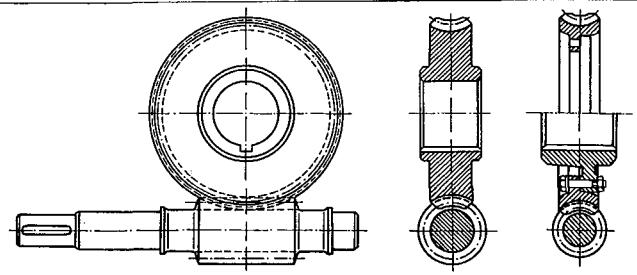
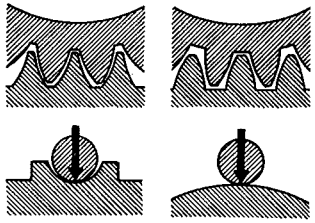


Fig. 1 Grand. 65-80 100-500

Rispetto alle consuete esecuzioni la vite a fianchi concavi con la sua ruota globoidale, presenta una sostanziale differenza. I denti della vite hanno i fianchi con profilo concavo, invece di un profilo diritto o convesso.

Fig. 2 - Contatti di denti.

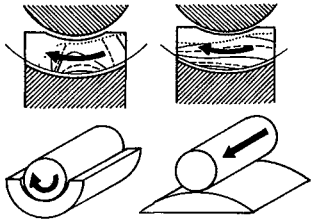
concavi-convessi Cavex	convessi convessi a vite usuale



Di questo sistema, già segnalato come seconda ipotesi (David Brown fig. 2) nella premessa di questo capitolo, diamo di seguito le particolari caratteristiche che conferiscono a queste coppie notevoli vantaggi.
Le figure 2 e 3, volutamente elementari, hanno lo scopo di facilitarne la comprensione.
Nella dentatura a fianchi concavi si ha una pressione specifica limitata (pressione di Hertz), che favorisce particolarmente il mantenimento di un velo di olio fra i denti, in quanto i fianchi concavi entrano in contatto con quelli convessi della ruota.
L'accoppiamento e così più favorevole che non con dentature usuali in cui vengono a contatto fianchi

Fig. 3 - Linea di contatto

buona formaz. di lubrificaz. Cavex	esigua formaz. di lubrificaz. a vite usuale



di denti convessi con altri pure convessi.
Nella figura 2 e rappresentato, in basso, il paragone di un albero su supporti a strisciamento dal quale risulta evidente il vantaggio del sistema Cavex.
Nelle dentature a fianchi concavi le linee di contatto si trovano per la massima parte, perpendicolari alla direzione di scorrimento, questo favorisce una buona distribuzione della pressione di lubrificazione, quindi di un velo

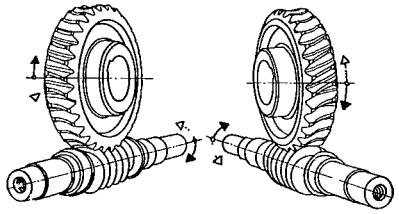
segue

segue: Ingranaggi a vite a fianchi concavi sistema "Cavex"

d'olio fra i fianchi dei denti. Ciò non accade nelle dentature usuali con direzione di scorrimento parallela alla linea di contatto. La fig. 3 mostra (in modo volutamente esagerato), le rispettive situazioni con supporti a strisciamento. Nelle dentature Cavex la forma dei denti della vite e la posizione della primitiva, da uno spessore rilevante alla base del dente, senza indebolire il dente della vite. Per superare le difficoltà di calcolo e per ottenere i vantaggi economici della normazione, la Cavex dispone di un vasto programma di fornitura delle coppie, in esecuzione normale o in esecuzione speciale a richiesta.

Frecce uguali indicano la dipendenza dei sensi di rotazione fra vite e ruota con dentatura:

ad elica destra — ad elica sinistra



CMR (COR) CML (COL)

- Programma di fornitura -
Grandezze interasse da 63 a 400mm
Rapporti da 5 a 60.
Principi della vite da 1 a 6.
Durata: Coppie progettate per una durata di 25.000 ore di funzionamento con l'applicazione dei normali coefficienti di sicurezza.
Materiali. vite 16 Mn Cr 5 (acciaio da cementazione) ruota GZ-Cu Sn 12 Ni (bronzo centrifugato) mozzo ruota GG 25 (ghisa)

- Produzione su richiesta -
Interassi, da 60 a 1600 mm.
Rapporti da 5 a 280.
Principi della vite da 1 a 10.
Gradi di precisione, normali ed elevati.
Giochi sui fianchi. normali e ristretti.
Materiali e lavorazioni diverse dal normale.
Dati tecnici per l'ordinazione: chiedere catalogo Cavex 889.

Montaggio delle coppie Cavex

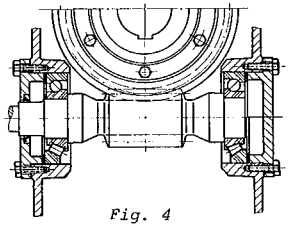


Fig. 4
Al montaggio della vite, è possibile ammettere una differenza, per metà della vite, da 1 a 5 mm a seconda la taglia della coppia.
I cuscinetti della vite vanno montati, in generale, senza gioco.

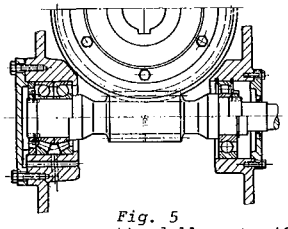


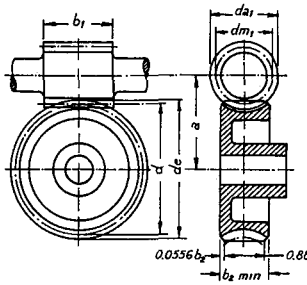
Fig. 5
Per i cuscinetti della vite (fig. 5), a rulli conici e alesaggio da 50 a 150 mm un gioco assiale da 0,1 a 0,25 mm. Per cuscinetti a contatto obliquo è sufficiente un gioco assiale minimo.

Ingranaggio a vite (cilindrica) American Standard Association

American Standard Design for fine pitch Worm Gearing (ASA B6.9-1956

In questa norma, il calcolo della coppia vite-ruota a vite, si basa sul passo assiale, e ne stabilisce una serie standard, adeguata ad una estesa gamma di utilizzazione. Fra i motivi di questa scelta che sono di carattere economico produttivo e di controllo, particolare importante e dato al fattore tecnico, considerato che: il passo assiale della vite é uguale al passo trasversale della ruota nel piano centrale, e stabilisce passi d'elica quale dimensione base per la produzione e il controllo della vite. Quindici angoli d'inclinazione elica provvedono ad una adeguata copertura dei normali fabbisogni.

Tutte le dimensioni sono in pollici, salvo diversamente indicato.



pt = passo trasvers. della ruota
= passo assiale della vite px nel piano centrale.
px = passo assiale della vite.
pn = passo circolare normale della vite e della ruota = = px cos γ = pt cos ß
γ = inclinazione elica vite.
ß = angolo elica della ruota.
z = numero filetti della vite.
z_2 = numero denti della ruota.
u = z_2 z_1 = rapporto di ingr.

Ruota a vite

Dia. primitivo $d = z_2 \cdot pt : \pi = z_2\ px : \pi$

Dia. esterno $de = 2a - dm_1 + 2ha$

Larghezza della ruota (minimo)

$$b_2 = 1{,}125\sqrt{da_1 + 2a^2 - (da_1 - 4ha)^2}$$

Vite

Passo dell'elica $pz = z_1 \cdot px$

Dia. primitivo $dm_1 = pz : (\pi\ tg\gamma)$

Dia. esterno $da_1 = dm + 2ha$

Largh. vite(min) $b_1 = \sqrt{de^2 - d^2}$

Dimens. comuni Vite-Ruota a vite

Addendum $ha = 0{,}3183\ pn$

Altezza totale del dente $h = 0{,}7003 \cdot pn + 0{,}508$

Gioco $c = h - hu$

Spessore dente $s = 0{,}5\ pn$

Angolo di pressione normale (approssimato) $\alpha = 20°$

Interasse $a = 0{,}5\ (d + dm)$

Passi assiali standard px:

(inchs) 0,03-0,04-0,05-0,065-0,08 0,1-0,13-0,16.
(mm) 0,762-1,016-1,27-1,651-2,032 2,54-3,302-4,064.

Inclinazione elica stand. γ gradi

0,5-1-1,5-2-3-4-5-7-9-11-14-17-21 25-30.

Diametro primitivo della vite:

dm = mm 6,35 - 50,8 max.

N° dei filetti della vite (approssimato) per interasse stabilito:

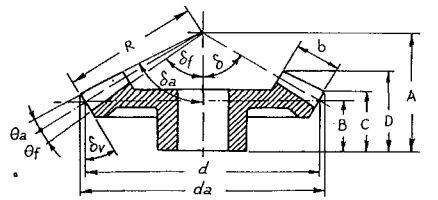
$$z_1 = \frac{2\pi a\ (\text{stabilito})}{px\ (\text{cotang}\ \gamma + u)}$$

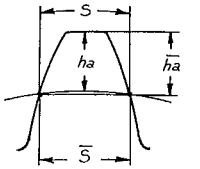
Materiali per ingranaggi a vite.

Ruota a vite: preferire bronzi fosforosi centrifugati, come: Bronzo fosforoso (N 65) Cu 88-90% Sn 10 - 12%, Pb 0,50%, Zn 0,50% (max totale Pb+Zn+Ni 1%) P 0,10-0,30% Al 0,05%. Bronzo fosforoso (N 65+Ni) Cu 87%, Sn 11%, Ni 2%, P 0,2%. Vite: In genere acciai da cementazione, al carbonio, al Nickel, al Nickel-cromo, al manganese-cromo.

Ingranaggi conici diritti

I calcoli seguenti di ingranaggi conici, senza correzione del dente, sono indicati per la esecuzione sulle vecchie dentatrici ancora in uso e utilizzati per meccanica generica. Per ingranaggi con denti corretti (meccanica fine e usi automobilistici) vedere il capitolo Ingranaggi Sistema Gleason ottenibili sulle moderne dentatrici "Gleason", che sono illustrate nelle pagine seguenti.

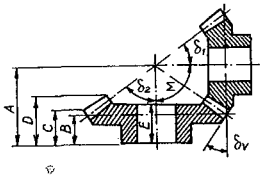




Dati comuni (ingranaggi senza correzione del dente)

Numero denti del pignone	Z_1	Addendum ha =	1m
Numero denti della ruota	Z_2	Dedendum hf =	1,166m
Modulo ..	m	Altezza utile del dente hu =	2m
Angolo di pressione α =	20°	Altezza totale dente h =	2,166m
Rapporto di ingran. u =	$Z_2 . Z_1$	Larghezza del dente	b

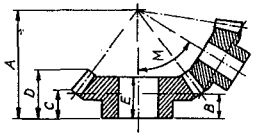
1) Alberi con Σ = 90°, Rapporto 1 o diverso da 1



Le quote C e E devono essere stabilite secondo l'esigenze di progetto.

N°		Ruota	Pignone
1	d	$Z_2\ m$	$Z_1 \cdot m$
2	δ	$tg\delta_2 = Z_2 . Z_1$	$90° - \delta_2$
3	da	$d_2 + 2ha\ cos\delta_2$	$d_1 + 2ha\ cos\delta_1$
4	R	$d : 2sen\delta$	come la ruota
5	θa	$tg = 2sen\delta_2 . Z_2$	come la ruota
6	θf	$tg = tg\theta a\ 1{,}166$	come la ruota
7	δa	$\delta_2 + \theta a$	$\delta_1 + \theta a$
8	δf	$\delta_2 - \theta f$	$\delta_1 - \theta f$
9	B	$C - ha \cdot sen\delta_2$	$C - ha \cdot sen\delta_1$
10	A	$B + d_1 . 2$	$B + d_2 . 2$
11	D	$C + (bcos\delta a_2)$:$cos\theta a_1$	$C + (bcos\delta a_1)$:$cos\theta a_2$
12	δv	$90° - \delta_2$	$90° - \delta_1$

2) Alberi con Σ minore di 90°, Rapporto 1 o diverso da 1



Quote C e E da stabilire

a) Rapporto 1

N°		Ruota	Pignone
13	δ	$\Sigma . 2$	come la ruota
14	A	$B + (d_2 . 2) ctg\delta_2$	come la ruota

usare le formule con successione: 1,13,3,4,5,6,7,8,9,14,11,12.

b) Rapporto diverso da 1

N°		Ruota	Pignone
15	δ	$ctg\delta_2 = d_1\ (\delta_2 \cdot sen\Sigma) + ctg\Sigma$	$\Sigma - \delta_2$
16	A	$B + d_2 . 2\ ctg\delta_2$	$B + d_1 . 2\ ctg\delta_1$

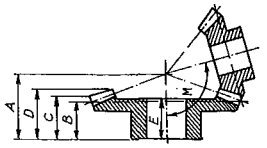
usare le formule con successione: 1,15,3,4,5,6,7,8,9,16,11,12.

(segue)

segue: Ingranaggi conici diritti

3) Alberi con Σ maggiore di 90°, Rapporto 1 o diverso da 1

quote C e E
da stabilire



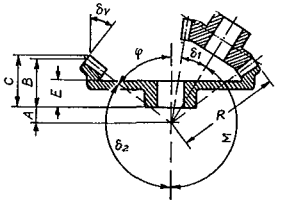
Rapporto = 1
usare le formule con successione:
1,13,3,4,5,6,7,8,9,16,11,12.

Rapporto diverso da 1

N°		Ruota	Pignone
17	δ	$ctg\delta_2 = d\ [d_2 \cos(\Sigma-90)] - tg(\Sigma-90)$	$\Sigma-\delta_2$

usare le formule con successione:
1,17,3,4,5,6,7,8,9,16,11,12.

4) Alb. con Σ div da 90°, Rapp. 1 o div da 1 Ruota dent. int.



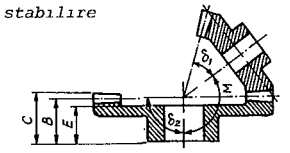
N°		Ruota	Pignone
18	δ	$ctg\delta_2 = d_1\ [d_2 \cos(\Sigma-90)] - tg(\Sigma-90)$	$\Sigma-\delta_2$
19	φ	$180°-\delta_2$	
20	da	$d_2 - 2ha \cos\varphi$	$d + 2ha \cos\delta_1$
21	R	$(d_2 .2) : sen\ \varphi$	$(d\ .2) : sen\delta_1$
22	θa	$tg\theta a = 2sen\varphi : Z$	come la ruota
23	B	$C - ha\ sen\ \varphi$	$C - ha\ sen\delta_1$
24	A	$d_2 .2 \cdot ctg\varphi - B$	$B + d_2 .2$

usare le formule con successione:
1,18,19,20,21,22,6,7,8,23,(11),12
(N° fra parentesi solo pignone)

quote C e E
da stabilire

5) Alb. con Σ div da 90°, Rapp. 1 o div da 1 Ruota piano con.

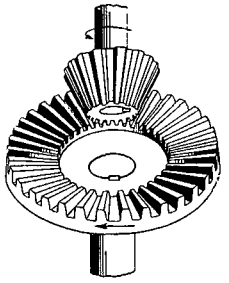
quote C e E
da stabilire



N°		Ruota	Pignone
25	δ	90°	$sen\delta_1 = Z_1 . Z_2$
26	da	d_2	$d_1 + 2ha \cdot \cos\delta_1$
27	θa	$tg\theta a = 2sen\delta_1 : Z_1$	come la ruota
28	B	$C - ha$	$C - ha\ sen\delta_1$

usare le formule con successione:
1,25,26,27,6,7,8,28(4)(10)(11)(12
(Nri fra parentesi solo pignone)

Ingranaggi conici diritti
(senza correzione del dente)
Spessore e altezza cordale dente.
($s = 1,5708m$; $ha = m$)
Spess. $\bar{s} = s - s^3 : 6d^2$ (per gioco=0),
$\bar{s} = s - s^3 : 6d^2 - jn : 2$ (gioco normale jn)
Alt. $\bar{ha} = ha + (s^2 \cos\delta) \cdot 4d$ (usare $\cos\varphi$ per ruota a dent. interna)
Esempio: Ruota conica diritta avente:
Z=45, m=5, D=225, jn=0,13, u=1.
$s = 1,5708 \times 5 = 7,854$
$s = 7,854 - 484,476 : 303750 = 7,787$
$ha = 5 + (61,685 \times 0,70711)$
$900 = 5,048$.



Ingranaggi di materiali tecnoplastici

Il metodo di calcolo e basato sulla formula di Lewis, con la quale si ottiene il carico ammesso p, per mm di larghezza del dente.

$p = 0,1\pi \cdot my \cdot Pd$ N/mm^2

Si ricava il valore della potenza Nt che si può trasmettere.

$$Nt = \frac{n \cdot d \cdot b \cdot m \cdot y \cdot Pd \cdot t}{6\ 10^6}\ kW \quad \text{dove:}$$

Nt = potenza trasmissibile kW
n = numero di giri
d = diametro primitivo = m·z mm
z = numero dei denti
b = larghezza di dentatura mm
m = modulo mm
y = fattore di forma dei denti di ingranaggi con α 20° ricavabile dalla seguente tabella 1.

z =	14	17	21	25	30	40
y =	,149	,163	,175	,184	,193	,210

z =	50	60	75	100	150	300
y =	,222	,227	,234	,241	,248	,255

Per numero di denti maggiore di 300, y = 0,262.

Pd = carico dinamico ammes. N/mm^2
f = fattore di correzione per la velocità $V = \frac{0,75}{V+1} + 0,25$
V = velocità periferica = $= \frac{d \cdot n}{19100}$ m/s
Ps = carico statico ammesso in N/mm^2 per ruota ingranante con altra in acciaio a diverse temperature e umidità relativa al 50 %, come risulta dalla seguente tabella 2.

Materiali ERTA	Temperatura ambiente °C						
	a secco			con lubrif.cont.			
	20	50	80	20	50	80	100
Ertalon 6SA	18	14	10	27	21	15	9,5
Ertalon 66SA, 6PLA, 6XAU	22	17,5	13	33	26,5	19,5	13
Ertalon 11SA	14	10	6,5	21	15	9,5	7
Ertacetal e Ertalyte	20	16	12	20	24	18	12
Ertalene HMW 1000	6	4	-	-	6	-	-

t = fattore di correzione per le condizioni di funzionamento ricavabile dalla seguente tabella 3.

Materiali ERTA (Angst + Pfister)	Funzionamento	
	Normale Urti limitati	Frequenti avviamenti Inversioni di marcia.
Ertalon 6SA, 11SA	1	0,5
Ertalon 66SA, 6PLA, 6XAU, Ertacetal	1	0,7
Ertalyte	1	0,5
Ertalene HMW 1000	1	1

- Esempio di calcolo -
Potenza trasmissibile, ruota in Ertalon 6SA, lubrificazione continua a 50°C, m = 3, z = 30, velocità 700 giri/min, b = 25 mm.

$d = m \cdot z = 30 \times 3 = 90$ mm

$V = \frac{n \cdot d}{19100} = \frac{700 \times 90}{19100} = 3,29$ m/s

$f = \frac{0,75}{V+1} + 0,25 = \frac{0,75}{3,29+1} + 0,25 = 0,42$

$Pd = f \cdot Ps = 0,42 \times 21 = 8,8$ N/mm^2

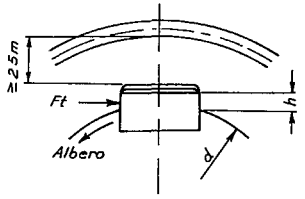
$Mt = \frac{n \cdot d \cdot h \cdot m \cdot y \cdot Pd \cdot t}{6 \cdot 10^6} =$

$= \frac{700 \times 90 \times 25 \times 3 \times 0,193 \times 8,8 \times 1}{6000000} = 1,3$ kW

Si possono eseguire dentature diritte, coniche o elicoidali, queste ultime non necessarie per ridurre la rumorosità. Nei casi di funzionamento in acqua o con u.r. > 80% si consiglia l'impiego dell'Ertalon 11, dell'Ertacetal, dell'Ertalyte o dell'Ertalene HD.
Temperatura max ammessa 70°C(50°C per l'Ertalene)
Materiali della ruota accoppiata: l'accoppiamento di ruote plastiche e da intendersi effettuato, quasi sempre, con ruota metallica perche questa favorisce la dispersione del calore. Migliori risultati con metalli duri e con buona finitura superficiale.
Sono comunque da evitare: bronzo, o leghe leggere che sarebbero soggette a eccessiva usura.
- Calcolo della linguetta -
L'altezza minima h della linguetta, che interessa il fianco della cava, delle ruote in materiale ERTA montate direttamente sull'albero, puo essere calcolata con la formula:

segue

segue: Ingranaggi di materiali tecnoplastici



$h = Ft \quad (Pa \quad l)$

Ft = forza tangenziale =

$$= 19{,}1 \quad 10^6 \frac{Nt}{n \cdot d} \qquad N$$

Nt = potenza da trasmettere kW

l = lunghezza della linguetta mm

Pa = carico specifico ammesso, come risulta dalla seguente tabella 4 in N/mm^2, a diverse temperature in °C e umidita relativa = 50 %.

Mater.ERTA °C	20	50	80	100
Ertalon 6SA	18	12,5	8,5	7
Ertalon 66SA	20	13,5	9	7,5
Ertalon 6PLA,6XAU	22	15	10	8
Ertalon 11SA	12	8	5,5	4,5
Ertacetal	22	15	10	8
Ertalyte	30	16,5	7	4,5
Ertalene HD 1000	5	3,5	-	-

- Esempio di calcolo dell'altezza h su albero Ø 30 mm con i dati dell'esempio precedente.

$$Ft = 19{,}1 \cdot 10^6 \frac{Nt}{n \cdot d} =$$

$$= 19{,}1 x 6000000 x \frac{1{,}3}{700 x 30} = 1182{,}3 \quad N$$

$$h = \frac{Ft}{Pa \cdot l} = \frac{1182{,}3}{12{,}5 x 25} = 3{,}7 \qquad mm$$

Se h risulta > della sede normalizzata, si consiglia di usare una linguetta con altezza maggiorata. Escludere in ogni caso l'uso di chiavette a facce non parallele per evitare la formazione di tensioni.

- Gioco al montaggio -

Nell'accoppiamento di ingranaggi materiale plastico/metallo, dovra essere prevista una leggera maggiorazione del gioco fra i denti per evitare fenomeni di forzamento o di grippaggio, ottenibile in due modi.

a) alberi con interasse fisso - Eseguire le ruote in materiale plastico con da, d e df diminuiti del valore Δd indicato nella tabella 5.

Esempio: ruota in Ertalon 6SA, d = = 90 mm, u.r 50%, temperatura = = 40°C, si ridurranno i diametri del valore Δd = 0,0035d = = 0,0035x90 = 0,3 mm.

b) alberi con interasse regolabile: aumentare l'interasse del valore di $\Delta d/2$. In caso di dubbio e sempre preferibile, scegliere Δd con i valori superiori.

Tabella 5 - Dilatazione diametrale Δd delle ruote dentate in materiale ERTA secondo il diametro primit. e le condizioni di funzionamento.

Umidita	Temperatura ruote dentate	Ertalon 6SA-6PLA 66SA-6XAU	Ertalon 11SA	Ertacetal	Ertalyte	Ertalene
u.r 50%	fino a 50°C	0,0035d	0,0035d	0,0035d	0,0024d	0,006d
	>50°C e < a quella max ammessa	0,007d	0,007d	0,007d	0,007d	-
u.r. 80% o in acqua	fino a 50°C	-	0,01d	0,009d	0,005d	-
	>50°C e < a 70°C	-	0,0014d	0,014d	0,01d	-

- Lubrificazione -

La scarsa attitudine dei materiali ERTA a disperdere il calore non presenta alcun inconveniente per ingranaggi a rotazione lenta. Per contro, se la velocita e elevata e da adottare una lubrificazione continua per ridurre lo sviluppo di calore ed ottenere una migliore eliminazione di questo. Una lubrificazione con grasso, al montaggio, e comunque sempre consigliabile.

segue

segue: Ingranaggi di materiali tecnoplastici

- Montaggio -

Il fissaggio delle ruote sull'albero dovra essere effettuato in modo da impedirne, sia la rotazione che lo spostamento assiale.

Alcuni esempi indicativi di montaggio sono riportati nelle figure 1, 2 e 3 per ruote, dentate in materiali ERTA, da fissare direttamente sull'albero e, nelle figure 4,5 e 6 per corone dentate da fissare su corpo metallico.

Nel secondo caso, l'interferenza di bloccaggio i, rispetto al diametro d, della sede metallica e il gioco assiale b, si possono ricavare dalla tabella 6.

Il sistema di fissaggio, secondo la figura 5, e adatto per temperature di funzionamento fino a 30°C

- Tabella 6 -

Interferenza di bloccaggio i e gioco assiale b per corone.

Temperatura delle corone	Interferenza i a 20°C in % di d	Gioco assiale b a 20°C in % di B
40°C	0,25	0,05
60°C	0,45	0,20
80°C	0,65	0,40
100°C	0,85	0,60

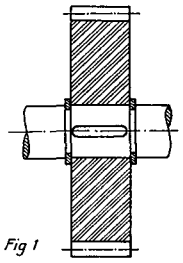


Fig 1

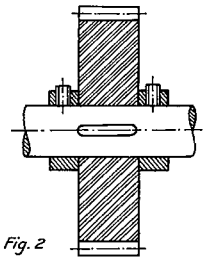


Fig. 2

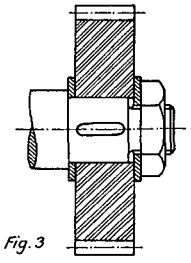


Fig. 3

- Montaggio direttamente sull'albero -

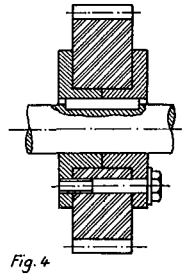


Fig. 4

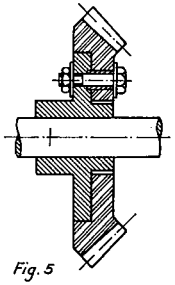


Fig. 5

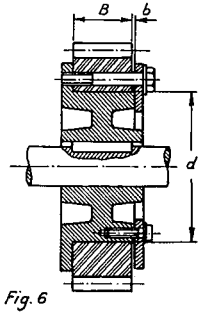


Fig. 6

- Montaggio su corpo metallico -

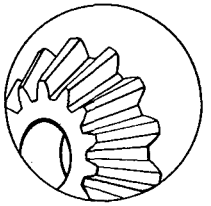
Dentatrici "Gleason" - Caratteristiche tecniche e operative

Esclusivita Fenwick, Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)

Prima di passare al calcolo degli ingranaggi conici, riteniamo utile per il progettista, conoscere le possibilita operative offerte dalle moderne dentatrici Gleason. Ci limiteremo, fra la vasta gamma disponibile, a soli tre tipi di macchine piu significative per una qualificata produz. di ingran.

- Dentatrice Gleason N° 104 per coniche diritte a contatto localizzato "Coniflex" -

Moduli 1,3÷8,5, Generatrice max 108 mm, min 0; Rapporto max 10:1, Larghezza fascia max 35 mm; Ang. primit. (Σ = 90°) max 84°18', min 5°42', Ang. di press. 20°,22°30' 25° (altri con frese speciali), Diametro prim. (u=10:1)max 215 mm Diametro prim. (u=1.1) max 152 mm Secondi/dente min 4,2, max 69,2; Peso della macchina 7200 kg.

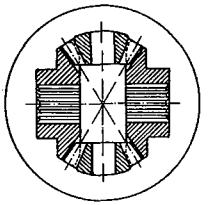


Macchina generatrice estremamente versatile per piccoli e medi moduli, taglia ingranaggi con contatto localizzato e con elevata qualita di finitura. Puo dentare moduli fini a 6 in una singola passata dal pieno e moduli fino a 8,5 in due passate. L'elevata velocita di lavorazione, la grande robustezza e la facilita di piazzamento ne fanno una macchina eccellente anche per piccoli e medi lotti. La produzione di questa dentatrice e impiegabile in qualsiasi tipo di trasmissione.

- Dentatrice Gleason N° 726 "Revacycle" per planetarie e satelliti di differenziali -

Diam. prim. max 152 mm; Angolo di fondo max 55°, min 15°, profond. max dente 16,51 mm; Lunghezza max fondo vano dente 28,58 mm; Diam. frese 16", 21", 25"

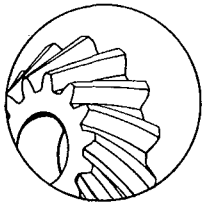
Questa dentatura e specifica per tagliare in singola passata dal pieno, o in due passate, ingranaggi satelliti e planetari per esclusivo impiego differenziale.



Il singolo vano dente viene realizzato in una sola rotazione della fresa (tipo broccia circolare) nel tempo di 2÷3,1 secondi, ed e anche completo di sbavatura. Il contatto ottenuto tra i denti e del tipo localizzato, poiche il dente ha profilo bombato anche in senso longitudinale. La macchina puo funzionare con caricamento manuale o automatico.

- Dentatrice Gleason N° 641 " Hypoid Generator" per coniche spirale, Zerol, Hypoid -

Esempio max diametro corona, con varie combinazioni di rapporti, diametro fresa e α spirale.

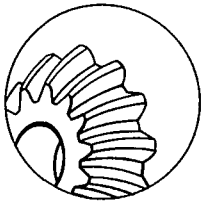


Coniche spirale

		Rapporto	1.1	2:1	3:1	6:1
Diam. fresa	6"	Ø cor	321,8	406,4	406,4	406,4
		α spir.	23,20°	22,97°	15,34°	10,48°
	9"	Ø cor	351,7	406,4	406,4	406,4
		α spir.	32,14°	25,12°	20,53°	17,61°
	12"	Ø cor	389,6	406,4	406,4	406,4
		α spir.	40,60°	29,41°	26,50°	24,67°

Dentatrici "Gleason" - Caratteristiche tecniche e operative

segue: Dentatrice Gleason N° 641.
Modulo massimo 12,7,
Rapporto massimo 10:1,
Larghezza fascia max 66 mm;
Angolo di fondo 8° - 90°,
Diametri frese montabili da 2,75" a 12",
Massimo disassamento sopra e sotto centro 57,15 mm;
Tempo/dente: infinitamente variabile da 4,5 secondi in su;
Peso della macchina 12.000 kg.



Coniche Zerol

La N° 641 fa parte della nuova famiglia di dentatrici universali Gleason (le altre componenti sono le maggiori 645, 650 e 655) realizzate in vista della massima versatilita nel taglio di coppie coniche spirali, ipoidi o Zerol per qualunque impiego. I principali vantaggi offerti da questa dentatrice sono i seguenti.

- Finitura dal pieno -

Qualsiasi tipo di pignone e/o corona puo essere finito dal pieno in una singola operazione.
(Metodo "Duplex Helical")

- Versatilita -

Qualsiasi sistema di taglio Gleason (esclusa la sola finitura (Helixform di corone piane) puo essere impiegato con ottimizzazione del ciclo.
Si puo inoltre impiegare qualunque tipo di fresa Gleason.

- Produttivita -

Il ciclo di taglio del singolo vano dente puo essere ottimizzato per ogni applicazione, con semplici operazioni sulla macchina e senza ricorso ad accessori e componenti extra. Il ciclo puo essere di soli 4,5 secondi, comprese la divisione ed ogni altra fase. La divisione avviene infatti in un tempo misurato in decimi di secondo; e realizzata con cinematismi a bassissima inerzia, che possono lavorare ad elevatissime accelerazioni. Il cambio della divisione (universale) richiede, di solito, la sostituzione di un solo ingranaggio.

- Piazzamento macchina -

La maggior parte dei piazzamenti e di immediata impostazione mediante selettori, interruttori e potenziometri. Sono stati eliminati tutti i quadranti per ingranaggi di cambio, escluso quello del rapporto di rotolamento. La grossa tradizionale camma di generazione e avanzamento e stata sostituita da un versatile e infinitamente ottimizzabile sistema elettrico in corrente continua.

- Capacita di lavoro -

Poiche tutti i cinematismi e gli organi sono stati progettati per estrema e minima inerzia, tutte

Coniche Hypoid

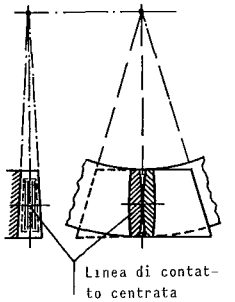
le velocita di lavoro sono notevolmente aumentate rispetto alle dentatrici delle precedenti genarazioni. La macchina puo inoltre sopportare sollecitazioni da taglio considerevolmente maggiori. La rigidezza della struttura consente anche migliori qualita di misura e piu lunga vita agli utensili.

Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

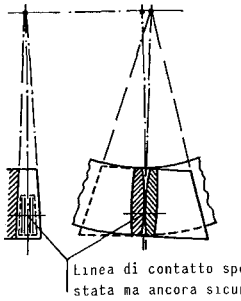
Esclusivita. Fenwick, Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)

Le coppie coniche a denti diritti tagliate sulle piu moderne dentatrici "Gleason" hanno il contatto localizzato, conosciuto sotto il nome di "Coniflex" La loro superiorita rispetto alle coppie aventi il contatto lungo tutta la fascia, consiste nella possibilita di controllare la posizione longitudinale del contatto stesso. La localizzazione del contatto permette inoltre una certa elasticita nel montaggio ed evita che il contatto si concentri pericolosamente all'una od all'altra estremita dei denti, quando la coppia, lavorando sotto carico e sottoposta a flessioni. L'angolo di pressione standard e di 20° L'addendum (escluso il rapporto 1) e piu grande nel pignone che nella ruota; la differenza varia col rapporto. Cio serve ad evitare le interferenze e ad aumentare la resistenza della dentatura. La generatrice esterna viene fatta parallela alla generatrice interna del pezzo coniugato. Cio rende costante il gioco di fondo per tutta la lunghezza del dente; questo permette raccordi di fondo piu ampi con aumento di resistenza del dente. Lo spessore dei denti della ruota e del pignone sono proporzionati in maniera da conferire ad entrambi una resistenza pressoche uguale. La lunghezza della fascia del dente (b) non deve superare la misura di 1/3 della generatrice (R) Valori ottimi sono compresi fra 0,25 e 0,30 della generatrice stessa.

Pignone con vertice centrato

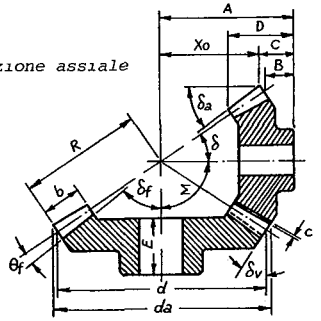


Pignone con vertice non centrato per deflessione o montaggio impreciso.



Zona di contatto e sezione dei denti tagliati col sistema "Coniflex"

Sezione assiale



Tab. 1 - Rapporti che possono essere tagliati senza interferenza con $\alpha = 20°$
16 o piu denti nel pignone
15/17 ed oltre
14/20 ed oltre
13/31 ed oltre

Tab. 2 - Rapporti che possono essere tagliati senza interferenza con $\alpha = 25°$
13 o piu denti nel pignone.

segue: Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

Tabella 3 -

1 Numero denti pignone	Z_1	5 Altezza utile dente	$hu = 2,000\ m$
2 Numero denti ruota	Z_2	6 Alt. tot. dente	$h = 2,188m+0,0508$
3 Modulo	m	7 Angolo di pressione	$\sigma = 20°$ (base)
4 Larghezza fascia	b	8 Angolo alberi	$\Sigma = 90°$

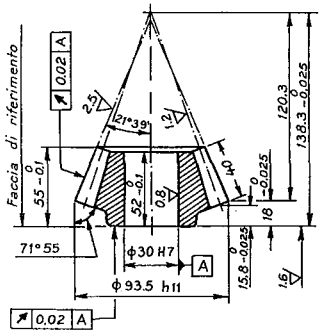
	Pignone	Ruota
9 Diametro primit.	$d_1=Z_1 \cdot m$	$d_2=Z_2 \cdot m$
10 Angolo primitivo	$\delta_1\ (tang)=Z_1 . Z_2$	$\delta_2=90°-\delta_1$
11 Lungh. generatr	$R=d_2 . 2sen\delta_2$	
12 Passo circolare	$pt=\pi \cdot m$	
13 Addendum	$ha_1=hu-ha_2$	$ha_2=0,540m+0,460m:(Z_2 . Z_1)^2$
14 Dedendum *	$hf=2,188m-ha_1$	$hf_2=2,188m-ha_2$
15 Gioco fondo dente	$c=h-hu$	
16 Angolo di dedend.	$\theta f_1\ (tang)=hf_1 : R$	$\theta f_2\ (tang)=hf_2 : R$
17 Angolo esterno	$\delta a_1= \ +\theta f_2$	$\delta a_2= \ _2+\theta f_1$
18 Angolo interno	$\delta f_1= \ -\theta f_1$	$\delta f_2=\delta_2-\theta f_2$
19 Diametro esterno	$da_1=d_1+2ha_1 \cdot cos\delta_1$	$da_2=d_2+2ha_2 \cdot cos\delta_2$
20 Vertice-circ.est.	$Xo_1=d_2 . 2-ha_1 \cdot sen\delta_1$	$Xo_2=d_1 . 2-ha_2 \cdot sen\delta_2$
21 Spess. circolare	$S_1=pt-S_2$	$S_2=pt.2(ha_1-ha_2)tg\alpha -K \cdot m$ (K, vedi tab. 5-6)
22 Gioco normale	jn (tabella 4)	
23 Spessore cordale	$\overline{S_1}=S_1-S_1^3:6d_1^2-jn.2$	$\overline{S_2}=S_2-S_2^3:6d_2^2-jn.2$
24 Addendum cordale	$\overline{ha_1}=ha_1+(S_1^2 cos\delta_1) \cdot 4d_1$	$\overline{ha_2}=ha_2+(S_2^2 cos\delta_2) \cdot 4d_2$

* Il valore reale del dedendum sara 0,0508 magg. di quello calcolato.

Dati complementari (vedi sezione assiale, pagina precedente)

25 Distanza E da stabilire secondo le esigenze del progetto.		
26 Distanza C da stabilire secondo le esigenze del progetto.		
27 Dist. di riferim.	$A=C+Xo_1$	$A=C+Xo_2$
28 Distanza B	$B=C-ha_1 \cdot sen\delta_1$	$B=C-ha_2 \cdot sen\delta_2$
29 Distanza D	$D=C+(b \cdot cos\delta a_1):cos\theta f_2$	$D=C+(b \cdot cos\delta a_2):cos\theta f_1$
30 Ang.cono complem.	$\delta v=90°-\delta_1$	$\delta v=90°-\delta_2$
31 Coeff.mod.addend.	$X=(ha_1-1/2hu):m$	$X=(1/2hu-ha_2):m$

Dati da indicare sui disegni (da UNI 7463) Esempio:
Ruota conica a denti diritti con foro di riferimento



Caratteristiche della dentatura

Modulo	m	5
Numero dei denti	Z	16
Dentiera di rifer.		UNI 6588
Diam. prim. di rif.	d	80
Ang. prim. di rif.	δ	18°5'
Angolo di piede	δf	16°22'48"
Lungh.della gener.	R	128,87
Coef.modif.addendum	X	0,42
Spessore del dente:		-0,05
- corda	$\overline{S}$	8,54-0,08
- altez. sulla corda	$\overline{ha}$	5,95
Grado di precisione		**
N°denti ruota coniug.	Z	49
Angolo alberi	Σ	90°
Gioco norm. ingran.	jn	0,10÷0,16

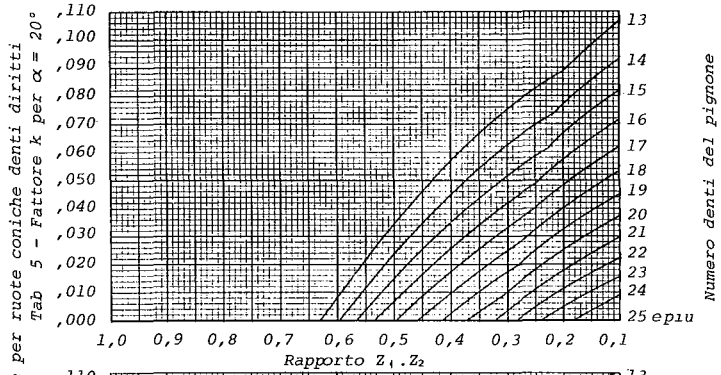
** vedi UNI 7880.

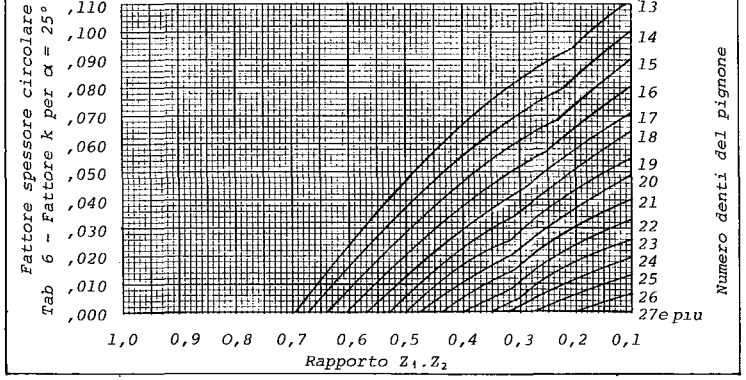
segue: Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

Tabella 4 - Gioco normale in raccomandato

m	Gioco — Numero qualita AGMA * 4÷6	Gioco — Numero qualita AGMA * 7÷13
25,4 ÷20,32	1,143-1,651	0,508-0,762
20,32÷16,93	0,889-1,397	0,457-0,660
16,93÷14,51	0,635-1,143	0,406-0,559
14,51- 12,7	0,508-1,016	0,355-0,457
12,7 ÷10,16	0,508-0,762	0,305-0,406
10,16÷ 8,46	0,381-0,635	0,254-0,330
8,46 - 7,25	0,305-0,559	0,203-0,279
7,25 - 6,35	0,254-0,508	0,178-0,229
6,35 -.5,08	0,203-0,406	0,152-0,203
5,08 - 4,23	0,152-0,330	0,127-0,178
4,23 - 3,17	0,127-0,254	0,102-0,152
3,17 - 2,54	0,102-0,203	0,076-0,127
2,54 - 2,11	0,076-0,127	0,051-0,102

Gioco laterale raccomandato
La tabella dà i valori per una coppia montata e pronta a funzionare. Dovendo tener conto delle tolleranze di lavorazione e delle deformazioni di eventuale trattamento, è necessario sottrarre allo spessore teorico del dente di ciascun membro una quantità leggermente superiore alla metà del valore indicato.



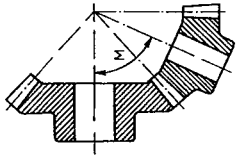


segue

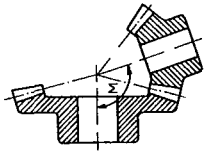
segue: Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

Ingranaggi conici diritti angolari

Angolo alberi Σ < di 90°



Angolo alberi Σ > 90°



Le ruote coniche angolari, sono ruote coniche aventi gli alberi con angolo diverso da 90° Le formule in tab. 3 non sono tutte direttamente applicabili per calcolare le dimensioni delle ruote angolari.
Perciò diamo di seguito uno schema di calcolo in cui i riferimenti fra parentesi sono i numeri d'ordine della tabella 3.
Partendo dai dati (1), (2), (3), (4) e (8) che sono noti, calcolare (5), (6) e (9) con le formule date.
(10) Angoli primitivi -
Caso 1° - Angolo alberi Σ < di 90°

$$tg\,\delta_1 = \frac{sen\Sigma}{Z_2 \cdot Z + cos\Sigma}\,,\ \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

Caso 2° - Angolo alberi Σ maggiore di 90° - Se δ_2 risulta maggiore di 90° indica un ingranaggio a dentatura interna, in questo caso interpellare la Fenwick, per decidere della sua fattibilità.

$$tg\,\delta_1 = \frac{sen\ (180°-\Sigma)}{Z_2 \cdot Z_1 - cos(180°-\Sigma)}\,;\ \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

In ognuno dei due casi varrà la relazione:

$$sen\ \delta_1 \quad sen\,\delta_2 = Z_1 \quad Z_2$$

(11), (12) con le formule date.
(13) Determinazione della proporzione del dente, necessaria per calcolare l'equivalente del rapporto di ingranaggi conici a 90°
Equivalente del rapporto a 90°

$$m_{90} = \sqrt{\left|\frac{Z_2 \cdot cos\,\delta_1}{Z_1 \cdot cos\,\delta_2}\right|}$$

Il valore così calcolato deve essere usato come rapporto:

$(Z_2 \quad Z_1)$
quando si determina l'addendum della ruota in questa formula. Si noti che la quantità sotto il radicando è il valore assoluto ed è perciò sempre positivo.
(13), (14) con le formule date (vedi spiegazione, nel precedente paragrafo per la formula (13)
(15),(16),(17),(18),(19) con le formule date.
(20) Distanza vertice-circonferenza esterna max.

$$Xo_1 = R\ cos\delta_1 - ha_1\ sen\,\delta_1$$
$$Xo_2 = R\ cos\delta_2 - ha_2\ sen\delta_2$$

(7) Angolo di pressione. L'angolo di pressione prescelto inizialmente andrà controllato nel grafico della tab. 7 Non verificandosi le condizioni in essa prescritte, occorrerà aumentare l'angolo di pressione fino a raggiungere la condizione prescritta.

(21) Tranne per rapporti alti, il valore di K potrebbe essere fatto uguale a zero per le ruote angolari. In caso di dubbio consultare la Fenwick.
(22),(23),(24)con le formule date.

Le ruote angolari richiedono uno speciale rapporto di rotolamento per la generazione dell'evolvente sulle dentatrici Gleason.
Il rapporto decimale per l'uso delle tavole NC/75 è dato dalla formula:

R (37,5m)

Il rotolamento della testa portapezzo si trova nel modo usuale, partendo da questo valore del rapporto decimale.

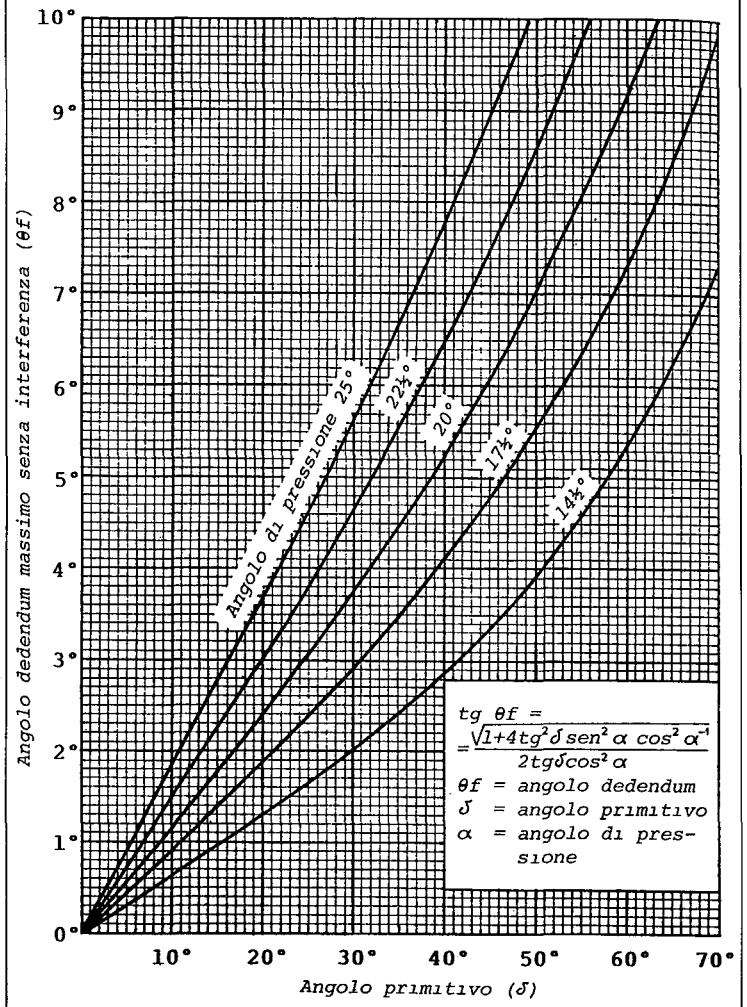
segue

Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

segue: Ingranaggi conici diritti angolari

Tabella 7 - Relazione tra angolo dedendum, angolo primitivo e angolo di pressione da osservare per evitare interferenze.

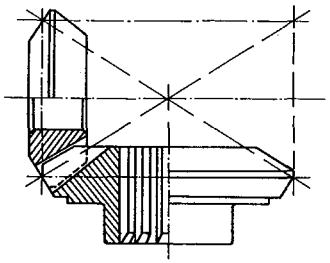
L'incontro dell'ordinata e dell'ascissa corrispondenti ai valori di θf e δ deve trovarsi al disotto della curva intitolata all'angolo di pressione prescelto.



Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

Esclusivita. Fenwick, Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)

Ingranaggi conici diritti generati per differenziali automobilistici



Rapporto: Il numero di denti raccomandati e:
Numero denti pignone 10 o piu;
Numero denti della ruota 14 - 25
Angolo di pressione base = 22°30'
Desiderando un angolo di pressione piu alto, si puo usare 25°
Rispetto alla tab. 3, variano i dati e le formule seguenti.

5) Altezza utile del dente hu = = 1,600m.

6) Altezza totale del dente h = = 1,788m + 0,0508.

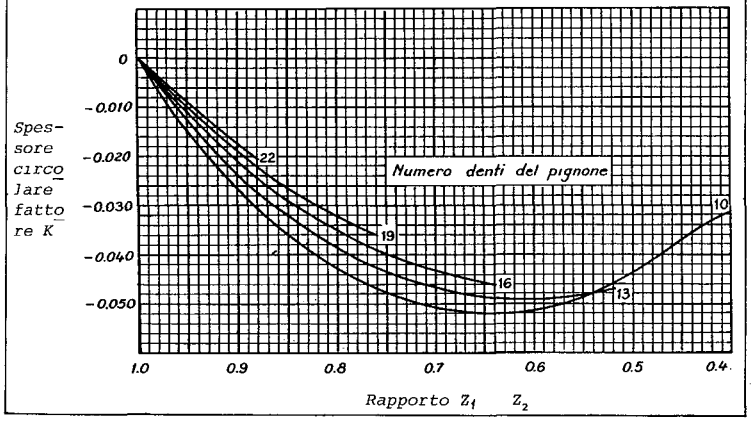
7) Angolo di pressione base = = 22°30'

13) Addendum $ha_1 = hu - ha_2$.
$ha_2 = 0,430m+0,370m: (Z_1 . Z_2)^2$

4) Dedendum $hf_1 = 1,788m - ha_1$
$hf_2 = 1,788m - ha_2$

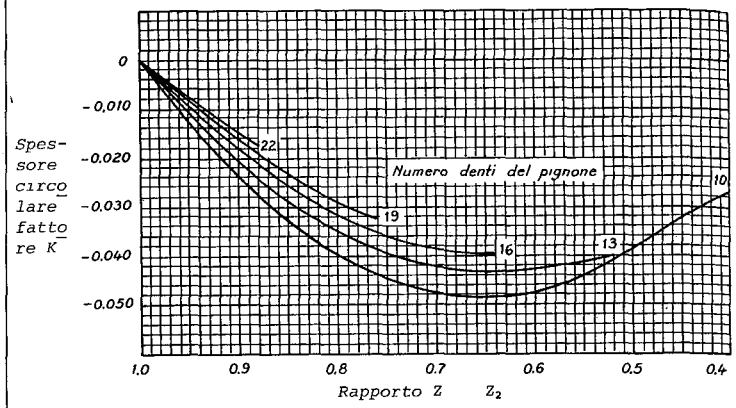
21) Spessore circolare $S_1 = pt-S_2$
$S_2 = (pt:2) - (ha_1-ha_2)\ tg\ \alpha - K$ (tab. 8-9)m.

Tabella 8 - Fattori di spessore circolare (K) ruote con angolo di pressione 22°30'



Ingranaggi conici diritti sistema "Gleason"

segue: Ingranaggi conici diritti generati per differ. automob.
Tabella 9 - Fattori di spessore circolare (K)
ruote con angolo di pressione 25°

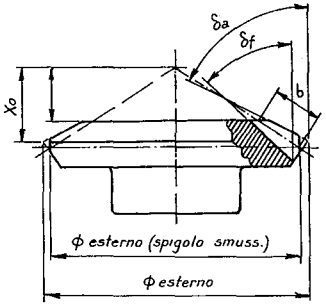


Ingranaggi per differenziale "Revacycle" Gleason

Dati di progetto per ingranaggi di differenziali automobilistici serie Standard metodo "Revacycle" Il processo Revacycle e uno speciale metodo per generazione di ingranaggi conici a denti diritti per produzioni di notevoli quantita.

Esso fa risparmiare i tempi necessari per il calcolo delle dimensioni, quello per calcolare la messa in opera della macchina, i calcoli dei carichi statici e dinamici

Il sistema e formato da sette combinazioni di rapporti e cinque serie di lunghezze di generatrice. Per ogni serie sono disponibili i calcoli di ogni rapporto.



La macchine per l'esecuzione di questi ingranaggi e la Gleason N° 726. Chiedere alla Fenwick i relativi cataloghi.

Tabella della serie

numero dei denti

	Serie	10/14	10/15	10/16	10/17	10/18	10/19	10/20
lunghezza generatrice R	1	32,51	33,50	34,57	35,61	36,70	37,82	38,94
	2	35,53	36,63	37,77	38,91	40,11	41,32	42,57
	3	38,84	40,01	41,28	42,52	43,82	45,14	46,53
	4	42,44	43,74	45,11	46,48	47,90	49,35	50,85
	5	46,41	47,83	49,33	50,83	52,37	53,98	55,60

Ingranaggi conici spirale - generazione "Duplex Helical" Gleason

Esclusivita Fenwick Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)

Descrizione del taglio Duplex Helical. Questo sistema puo essere usato sia per coppie generate che "Formate" Quando si taglia un ingranaggio conico con generazione, la curvatura del profilo viene realizzata con un reciproco rotolamento tra il tornito e la fresa L'intaglio avviene come se il tornito ingranasse con il dente di una corona immaginaria; dente costituito dai taglienti della fresa. (fig. 1) Il posizionamento

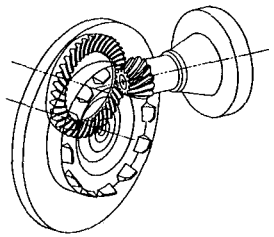


Fig. 1 - Generazione immaginaria della ruota.

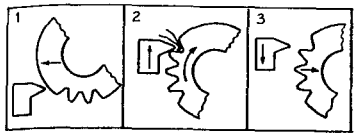


Fig. 2 - Generazione con rotolamento
1) avanzamento a piena altezza
2) generazione
3) disimpegno e divisione

della fresa sulla fronte della culla della dentatrice dipende dalla generatrice media, dall'angolo spirale, e dal raggio della fresa. La fresa e supportata dalla cosiddetta "culla" il cui centro rappresenta quello della corona immaginaria di generazione; corona piano-conica. Per generazione con rotolamento semplice, il ciclo di taglio di un vano dente avviene come mostrato in fig. 2.

inizia la curva di generazione (corone e pignoni con δp > di 25°) Per i pignoni con δp < di 25°, il rotolamento avviene all'inizio del ciclo. Inizia quindi il rotolamento di sgrossatura. Terminata la sgrossatura, il pezzo viene ulteriormente avanzato verso la fresa ("set-in") con un contemporaneo movimento di sfasamento della culla ("set-over") in modo da preparare la fase di finitura che avverra con rotolamento invertito e con velocita della fresa raddoppiata. Il tempo di finitura sara proporzionale alla qualita di superficie che si vuole ottenere. Taglio "Formate" (fig. 4)- Il vano del dente e realizzato con avanzamento a "tuffo" senza rotolamento. Rotazione della fresa concordante con il senso della spira

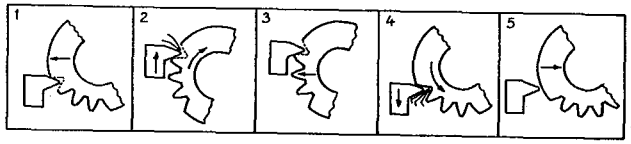


Fig. 3 - Generazione con avanzamento a "tuffo" e rotolamento
1) avanzam. a tuffo (sgrossatura)
2) rotolamento di sgrossatura
3) set-in 4) rotolam. di finitura
5) disimpegno e divisione.

La fig. 3 illustra il ciclo di taglio di un vano dente con doppio rotolamento (verso l'alto e poi verso il basso) Durante questo ciclo, il pezzo avanza " a tuffo" nella fresa fino al punto in cui le dei denti. Al 90% della profondita totale, la velocita di avanzamento viene ridotta e la velocita della fresa raddoppiata per ottenere superfici di finitura assai levigate.

segue: Ingranaggi conici spirale "Duplex Helical" Gleason

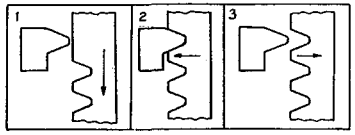


Figura 4 - Taglio "Formate"
1) divisione
2) taglio a tuffo
3) disimpegno

I pignoni di una coppia "Formate" vengono comunque tagliati con generazione. Con il sistema di taglio illustrato, si ottiene una sicura riduzione dei costi, specialmente se si dispone di dentatrici come le Gleason N° 641 e N° 645. I tempi di taglio e i tempi morti di piazzamento macchina accorciati, possono ridurre i costi di almeno il 30%.

- Metodo di proporzionamento -
Il taglio con generazione "Duplex Helical" come abbiamo visto, avviene in base ad un metodo che prevede un particolare disegno della coppia conica; esso permette che entrambi i fianchi del dente siano finiti dal pieno con un solo piazzamento macchina ed una sola fresa. E' previsto l'uso di macchine dotate di "Movimento elicoidale" (almeno per la dentatura del pignone) Questo taglio, già in uso per piccoli ingranaggi, e ora possibile anche per coppie medie e grandi (fino a 760 mm di Ø esterno della corona) grazie ad un nuovo sistema di calcolo computerizzato che sfrutta le eccezionali caratteristiche delle dentatrici Gleason N° 641 e N° 645.
Si ottengono così dal pieno, in un solo taglio, superfici di finitura lisce e raccordate, nonchè contatti assai ben controllati.
Il vano dente di pignoni e corone fino a moduli 4 - 4,5 possono essere eseguiti con rotolamento semplice. Il doppio rotolamento è necessario per moduli maggiori. La

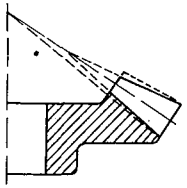


Fig. 5

fig. 5 mostra la differenza del dente a normale rastrematura (tratteggiato) con un dente a rastrematura "Duplex" Calcolo per alberi a 90°, fascia del dente (b) ≤ di 1/3 della generatrice (R) per usi generali. Denti almeno 50 nella coppia; 12 nel pignone. Per pignoni con meno di 12 denti, vedere lo speciale proporzionamento dato di seguito. Altri dati sono illustrati nelle caratteristiche della dentatrice N° 641.

Tab. 1 - Addendum per la ruota* (modulo = 1) Rapporto $Z_2 . Z_1$

Rapporto		Add.	Rapporto		Add.	Rapporto		Add.	Rapporto		Add.
1,00	1,02	0,925	1,14	1,18	0,800	1,41	1,49	0,675	2,06	2,35	0,550
1,02	1,04	0,900	1,18	1,23	0,775	1,49	1,59	0,650	2,35	2,78	0,525
1,04	1,07	0,875	1,23	1,28	0,750	1,59	1,71	0,625	2,78	3,53	0,500
1,07	1,11	0,850	1,28	1,34	0,725	1,71	1,86	0,600	3,53	6,25	0,475
1,11	1,14	0,825	1,34	1,41	0,700	1,86	2,06	0,575	6,25		0,450

*In caso di scelta usare l'addendum maggiore.

Tab. 2 - Gioco raccomandato

modulo	gioco Jt	
4	0,1016-0,1524	Il gioco per altri moduli si ottiene per interpolazione.
2,5	0,0508-0,1016	
1,25 e meno	0,0254-0,0762	

Gioco raccomandato per ingranaggi assemblati e pronti a funzionare (generalita delle ruote coniche) In casi particolari, questi limiti si possono modificare. per speciali condizioni operative (ruote di precisione) puo essere necessario ridurre il gioco al minimo.

segue: Ingranaggi conici spirale "Duplex Helical" Gleason

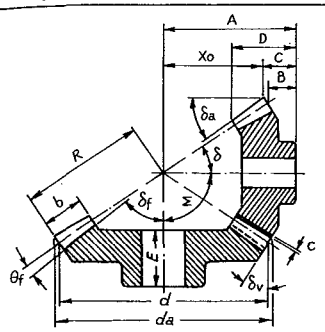


Figura 6 - Modificazione rastrematura dente, vedi fig. 5

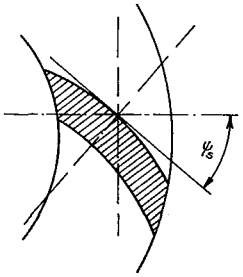


Figura 7 - ψs = angolo della spirale

Tabella 3 -

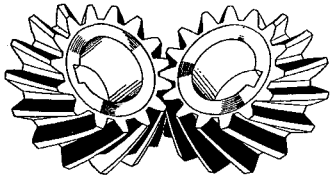
1 Numero denti pignone	Z_1	5 Altezza utile dente	$hu = 1,850m$
2 Numero denti ruota	Z_2	6 Alt. tot. dente	$h=2,038m+0,0508$
3 Modulo	m	7 Angolo di press.	$\alpha = 20°$ (base)
4 Larghezza fascia dente	b	8 Angolo alberi	$\Sigma = 90°$

	Pignone	Ruota
9 Diametro primitivo	$d_1 = Z_1 \cdot m$	$d_2 = Z_2\ m$
10 Angolo primitivo	δ_1 (tg) $= Z_1 . Z_2$	$\delta_2 = 90° - \delta_1$
11 Lungh. generatrice	$R = d_2\ 2$ sen δ_2	
12 Passo circolare	$pt = \pi \cdot m$	
13 Addendum	$ha_1 = hu - ha_2$	ha_2 = Tab. $1 \cdot m$
14 Dedendum	$hf_1 = h - ha_1$	$hf_2 = h - ha_2$
15 Gioco	$c = h - hu$	
16 Angolo di dedendum	$0f_1 = (5,017ha_2) : R(min)$	$0f_2 = (5,017\ ha_1) : R(min)$
17 Angolo esterno	$\delta a_1 = \delta_1 + \theta f_2$	$\delta a_2 = \delta_2 + \theta f_1$
18 Angolo interno	$\delta f_1 = \delta_1 - \delta f_1$	$\delta f_2 = \delta_2 - \theta f_2$
19 Diametro esterno	$da_1 = d_1 + 2ha_1 \cdot \cos \delta_1$	$da_2 = d_2 + 2ha_2 \cdot \cos \delta_2$
20 Dist. vert. circ. e.	$Xo_1 = d_2 . 2 - ha_1 \cdot$ sen δ_1	$Xo_2 = d_1 . 2 - ha_2 \cdot$ sen δ_2

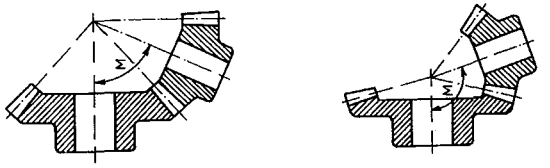
I dati complementari (27-33) e quelli da indicare sui disegni sono uguali a quelli di tab. 4 degli ingr. conici spirale Gleason.

Ingranaggi conici spirale "Duplex Helical" angolari

Le ruote coniche angolari hanno gli alberi con angolo diverso da 90° Le formule in tab. 3 non sono tutte direttamente applicabili Percio diamo di seguito uno schema di calcolo in cui, i riferimenti fra parentesi, sono i numeri d'ordine della tabella 3.
Partendo dai dati (1),(2),(3),(4) e (8) che sono noti, calcolare (5),(6) e (9) con le formule date (10) Angoli primitivi - Caso 1° - Angoli alberi (Σ) minore di 90°



segue: Ingranaggi conici spirale "Duplex Helical" angolari



$$tg\ \delta_1 = \frac{sen\Sigma}{Z_2 . Z_1 + cos\Sigma}\ ,\quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

- Caso 2° - Angolo alberi (Σ) maggiore di 90° Un angolo primitivo della ruota maggiore di 90° indica una ruota a dentatura interna. In questo caso e necessario rivolgersi alla Fenwick per uno specia le calcolo di fattibilita.

$$tg\delta_1 = \frac{sen(180°-\Sigma)}{Z_2 . Z_1 - cos(180°-\Sigma)}\ ,\quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

In ognuno dei due casi varra la relazione: $sen\ \delta_1 : sen\ \delta_2 = Z_1 . Z_2$

(11) e (12) con le formule date.

(13) Determinazione della proporzione del dente, necessaria per calcolare l'equivalente del rapporto degli ingranaggi conici a 90°

Equivalente del rapporto a 90°

$$m90° = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}\ \frac{cos\ \delta_1}{cos\ \delta_2}}$$

Il valore cosi calcolato deve essere usato come il rapporto (Z_2 / Z_1) quando si determina l'addendum della ruota in questa formula. (14),(15),(16),(17) e (19) con le formule date.

(20) Distanza vertice-circonferenza esterna max.

$Xo_1 = R\ cos\ \delta_1 - ha_1\ sen\ \delta_1$

$Xo_2 = R\ cos\ \delta_2 - ha_2\ sen\ \delta_2$

(7) Angolo di pressione - L'angolo di pressione prescelto andra controllato nel grafico della Tabella 7 (Ingranaggi conici spirale Gleason) tenendo presente che l'angolo di dedendum usato in questo grafico non e l'angolo di dedendum usato nella formula 16. E' pertanto necessario calcolare l'angolo di dedendum con la seguente equazione:

$\theta f_1 (tg) = hf_1 : R\ ,\ \theta f_2 (tg) = hf_2 : R$

Proporzioni speciali per pignoni con meno di 12 denti°

	Numero denti del pignone					
	6	7	8	9	10	11
Denti ruota (min)	30	29	28	27	26	25
Altezza utile dente	1,640m	1,730m	1,790m	1,810m	1,830m	1,840m
Altezza totale dente	1,807m+ 0,0508	1,906m+ 0,0508	1,972m+ 0,0508	1,994m+ 0,0508	2,016m+ 0,0508	2,027m+ 0,0508
Cost.(*) angolo ded.	5660	5365	5185	5128	5072	5045

(*) Questa costante sara differente per le coppie "Formate"

Fattore di addendum della ruota (m=1) supplem. della tab. 1

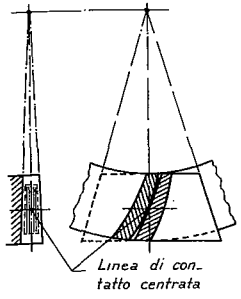
Rapporto		Numero denti pignone					
da	a	6	7	8	9	10	11
2,06	2,35	-	-	-	-	-	0,490
2,35	2,78	-	-	-	-	0,425	0,470
2,78	3,53	-	-	0,320	0,365	0,405	0,450
3,53	6,25	0,235	0,270	0,305	0,345	0,385	0,430
6,25		0,225	0,255	0,290	0,325	0,365	0,410

(°) Qualunque sistema di taglio Gleason puo essere impiegato per un numero di denti pignone fino a 4 o 5. In casi speciali (alte riduzioni Hypoid) e con speciali apparecchiature, alcune dentatrici Gleason, possono dentare pignoni anche con un solo principio.

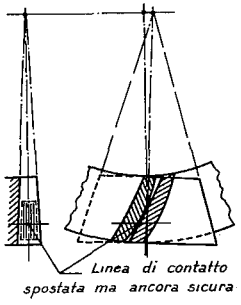
Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

Esclusivita Fenwick Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)

Pignone con vertice centrato



Pignone con vertice non centrato per deflessione o montaggio impreciso



Zona di contatto e sez. dei denti tagliati sistema "Localized"

Le coppie coniche a denti spirale tagliate sulle dentatrici Gleason hanno il contatto "Localizzato" La loro superiorita rispetto alle coppie aventi il contatto lungo tutta la fascia del dente, consiste nella possibilita di controllare la posizione longitudinale del contatto stesso. Permette inoltre una certa elasticita nel montaggio ed evita che il contatto si concentri pericolosamente all'una o all'altra estremita dei denti, quando la coppia lavorando sotto carico e sottoposta a flessioni. I dati seguenti possono usarsi per applic. industr di uso generale per coppie riduttrici o moltiplicatrici purche: le coppie siano tagliate mediante generatrice, gli alberi siano disposti a 90°, il pignone abbia almeno 12 denti, (Per alberi angolari o pignoni con meno di 12 denti vedi di seguito) Il sistema e stato calcolato per ψs = 35°, angoli inferiori possono dar luogo a interferenze e diminuire il rapporto di ricoprimento. La larghezza (b) della fascia e bene non superi 3/10 della generatr. Questo sistema (Standard) non e applicabile ai seguenti casi. Ponte differenziale di auto, grandi ingranaggi dove ψs non supera i 30°, coppie con modulo minore di 2,25 (non vincolante) che usualmente vengono tagliate con uno dei sistami "duplex spread blade", coppie usuali ma con angolo spirale (ψs) inferiore a 20°, rapporti in cui il pignone ha un numero di denti inferiore al minimo elencato nelle tabelle 1, 2 e 3. sottostanti.

Rapporti che possono essere tagliati senza interferenza

Tab. 1-Angolo press. = 20°	Tab.2-Ang. press. = 14°30'	Tab. 3-Angolo press. = 16°
17 o più denti nel pignone	28 o più denti nel pignone	24 o più denti nel pignone
16/18 ed oltre	27/29 ed oltre	23/25 ed oltre
15/19 " "	26/30 " "	22/26 " "
14/20 " "	25/32 " "	21/27 " "
13/22 " "	24/33 " "	20/29 " "
12/26 " "	23/36 " "	19/31 " "
	22/40 " "	18/36 " "
	21/42 " "	17/45 " "
	20/50 " "	16/59 " "
	19/70 " "	

Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

Tabella 4 -

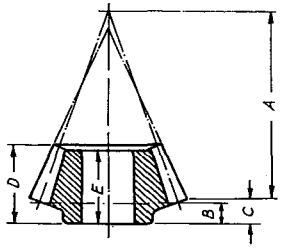
1 Numero denti pignone	Z_1	5 Altezza utile dente	$h_u = 1,700m$
2 Numero denti ruota	Z_2	6 Altezza totale dente	$h = 1,888m$
3 Modulo	m	7 Ang. di pressione	$\alpha = 20°$ (base)
4 Larghezza fascia	b	8 Angolo alberi	$\Sigma = 90°$

	Pignone	Ruota
9 Diametro primit.	$d_1 = Z_1 \cdot m$	$d_2 = Z_2 \cdot m$
10 Angolo primitivo	$\delta_1 (tg) = Z_1 . Z_2$	$\delta_2 = 90° - \delta_1$
11 Lungh. generatr.	$R = d_2 . 2 sen \delta_2$	
12 Passo circolare	$pt = \pi \cdot m$	
13 Addendum	$h_{a_1} = h_u - h_{a_2}$	$h_{a_2} = 0,460m + 0,390m : (Z_2 . Z_1)^2$
14 Dedendum	$h_{f_1} = h - h_{a_1}$	$h_{f_2} = h - h_{a_2}$
15 Gioco fondo dente	$c = h - h_u$	
16 Angolo di dedend.	$\theta_{f_1} (tg) = h_{f_1} : R$	$\theta_{f_2} (tg) = h_{f_2} : R$
17 Angolo esterno	$\delta_{a_1} = \delta_1 + \theta_{f_2}$	$\delta_{a_2} = \delta_2 + \theta_{f_1}$
18 Angolo interno	$\delta_{f_1} = \delta_1 - \theta_{f_1}$	$\delta_{f_2} = \delta_2 - \theta_{f_2}$
19 Diametro esterno	$d_{a_1} = d_1 + 2h_{a_1} \cdot \cos \delta_1$	$d_{a_2} = d_2 + 2h_{a_2} \cdot \cos \delta_2$
20 Vertice-circ.est.	$X_{o_1} = d_2 . 2 - h_{a_1} \cdot sen \delta_1$	$X_{o_2} = d_1 . 2 - h_{a_2} \; sen \delta_2$
21 Spess. circolare	$S_1 = pt - S_2$	$S_2 = \frac{pt}{2} - (h_{a_1} - h_{a_2}) \frac{tg\alpha}{\cos\psi} - K(tab.5) \cdot m$
22 Gioco normale	j_n (tab.6)	
23 Angolo spirale	$\psi_s = 35°$	
24 Senso spirale	(sinistra o destra)	(destra o sinistra)
25 Membro condutt.	pignone (generalmente) o ruota	
26 Senso rotazione	destro (se il conduttore ha spirale sinistra) sinistro (se il conduttore ha spirale destra)	

- Dati complementari (vedi disegno)

27 Distanza E. da stabilire secondo le esigenze di progetto		
28 Distanza di testa	C: da stabilire secondo le esigenze di progetto	
29 Dist.di rifer.	$A = C + X_{o_1}$	$A = C + X_{o_2}$
30 Distanza B	$B = C - h_{a_1} \; sen \delta_1$	$B = C - h_{a_2} \cdot sen \delta_2$
31 Distanza D	$D = C + (b \cdot \cos \delta_{a_1}) : \cos \theta_{f_2}$	$D = C + (b \cdot \cos \delta_{a_2}) : \cos \theta_{f_1}$
32 Ang.cono compl.	$\delta_v = 90° - \delta_1$	$\delta_v = 90° - \delta_2$
33 Coeff.mod;addend.	$X = (h_{a_1} - 1/2 h_u) : m$	$X = (1/2 h_u - h_{a_2}) : m$

Dati da indicare sui disegni - Ruota conica spirale con foro di rif.

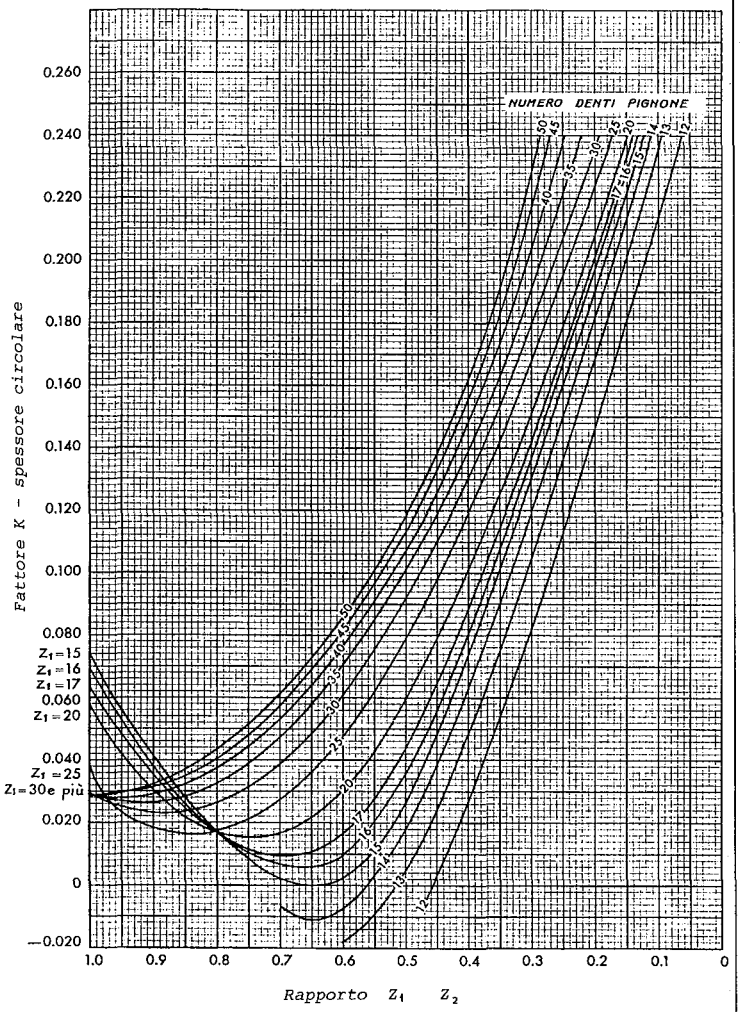


Gli altri dati sul disegno, sono disposti come indicato per le ruote coniche a denti diritti.

Caratteristiche della dentatura		
Modulo	m	
Numero dei denti	Z	
Dentiera di rifer.		UNI 6588
Diam. prim. di rif.	d	
Ang. prim. di rif.	δ	
Angolo di piede	δ_f	
Lungh. della gener.	R	
Coef.modif.addendum	X	
Grado di precisione		UNI 7880
N°denti ruota coniug.	Z	
Angolo alberi	Σ	
Gioco norm. ingran.	j_n	
Angolo spirale	ψ_s	35°
Senso della spirale		destro
Condutt.o condotta		conduttr.
Senso di rotazione		sinistro

Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

Tabella 5 - Spessore circolare Fattore K per ingranaggi conici | Angolo di spirale = 35° Angolo di pressione = 20°



Pignone conduttore, elica sinistra, senso di rotazione destro o | pignone conduttore elica destra senso di rotazione sinistro.

Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

Tabella 6 - Gioco normale raccomandato

m	Gioco	
	Numero qualità AGMA *	
	4-6	7-13
25,4-20,32	1,143-1,651	0,508-0,762
20,32-16,93	0,889-1,397	0,457-0,660
16,93-14,51	0,635-1,143	0,406-0,559
14,51-12,7	0,508-1,016	0,356-0,457
12,7-10,16	0,508-0,762	0,305-0,406
10,16-8,46	0,381-0,635	0,254-0,330
8,46-7,25	0,305-0,559	0,203-0,279
7,25-6,35	0,254-0,508	0,178-0,229
6,35-5,08	0,203-0,406	0,152-0,203
5,08-4,23	0,152-0,330	0,127-0,178
4,23-3,17	0,127-0,254	0,102-0,152
3,17-2,54	0,102-0,203	0,076-0,127
2,54-2,11	0,076-0,127	0,051-0,102

La tabella dà i valori per una coppia montata e pronta a funzionare. Dovendo tener conto delle tolleranze di lavorazione e delle deformazioni di trattamento, di solito si riduce leggermente lo spessore dente, in modo da avere nella tagliatura, un gioco leggermente superiore.
Poiche generalmente la corona e tagliata "spread-blade" tutto il gioco viene ricavato dallo spessore del dente del pignone In caso di scelta usare il gioco minore.
* American Gear Manufacturers Association Per i gradi di precisione corrispondenti, vedere UNI 7880.

- Ingranaggi conici spirale angolari -

Le ruote coniche angolari hanno gli alberi con angolo diverso da 90°
Le formule in tabella 4 non sono tutte direttamente applicabili per calcolare le dimensioni delle ruote angolari, percio diamo di seguito uno schema di calcolo in cui i riferimenti fra parentesi sono i numeri d'ordine della tabella 4.
Partendo dai dati (1),(2),(3),(4) e (8) che sono noti, calcolare (5),(6) e (9) con le formule date
(10) Angoli primitivi -
Caso 1° - Angolo alberi (Σ) minore di 90°

$$tg\,\delta_1 = \frac{sen\Sigma}{Z_2 . Z_1 + cos\Sigma}\ ,\ \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

Caso 2° - Angolo alberi (Σ) maggiore di 90°
Un angolo primitivo della ruota maggiore di 90°, indica una ruota a dentatura interna. In questo caso e necessario una speciale calcolo per determinarne lz fattibilita.

$$tg\,\delta_1 = \frac{sen\ (180°-\Sigma)}{Z_2 . Z_1 - cos(180°-\Sigma)};\ \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

In ognuno dei due casi varra la relazione:

$$sen\,\delta_1 \quad sen\delta_2 = Z_1 \quad Z_2$$

(11),(12) con le formule date.
(13) Determinazione della proporzione del dente, necessaria per calcolare l'equivalente del rapporto di ingranaggi conici a 90°
Equivalente del rapporto a 90°

$$m_{90} = \frac{Z_2\ cos\,\delta_1}{Z_1\ cos\,\delta_2} = tg\,\delta_{2\,90}$$

Il valore cosi calcolato deve essere usato come il rapporto:

$$(Z_2 \quad Z_1)$$

quando si determina l'addendum della ruota in questa formula.
(14),(15),(16),(17),(18),(19) con le formule date.
(20) Distanza vertice-circonferenza esterna massima:

$$Xo_1 = R\ cos\,\delta_1 - ha_1\ sen\,\delta_1$$
$$Xo_2 = R\ cos\,\delta_2 - ha_2\ sen\,\delta_2$$

(7) Angolo di pressione.
L'angolo di pressione prescelto inizialmente, andra controllato nel grafico della tabella 7
Il punto di intersezione fra l'angolo di dedendum e l'angolo primitivo si deve trovare sotto la curva indicante l'angolo di pressione prescelto.
(21) con le formule date.
Tuttavia il valore di K nella tabella 6 si determina entrando nel grafico con rapporto e numero di denti del pignone della corrispondente coppia con alberi 90° cioe: Numero dei denti del pignone conico equivalente a 90°, ($tg\,\delta_{2\,90}$ = equivalente rapporto 90°)

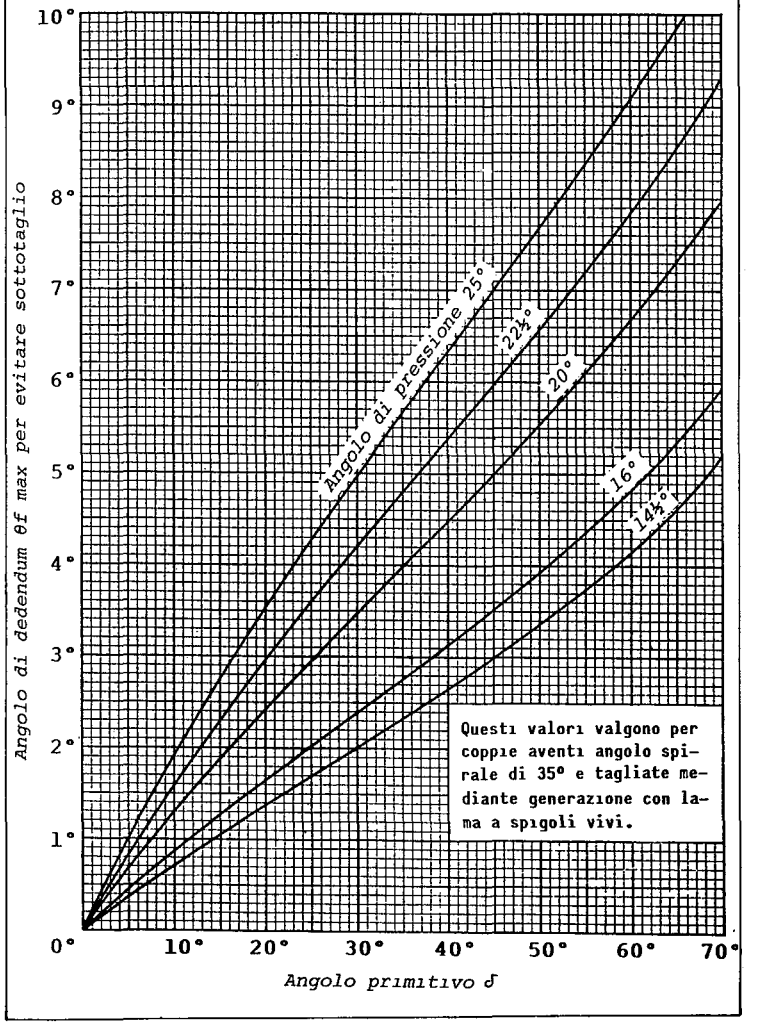
$$Z_{1\,90} = \frac{Z_1\ sen\,\delta_{2\,90}}{cos\,\delta_1}$$

Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

segue: Ingranaggi conici spirale angolari

Tabella 7 - Relazione tra angolo dedendum, angolo primitivo e angolo di pressione da osservare per evitare interferenze.

L'incontro dell'ordinata e dell'ascissa corrispondenti ai valori di θf e δ deve trovarsi al disotto della curva intitolata all'angolo di pressione prescelto.



Ingranaggi conici spirale "Localized" Gleason

Proporzionamento del dente di un pignone con meno di 12 denti

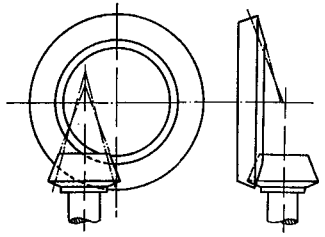
Per rapporti al di sopra di 3.1 si puo usare un pignone con denti proporzionati secondo la presente tabella. Per rapporti con pignone avente un numero di denti inferiore a 12 e opportuno, quando possibile, usare la ruota con numero di denti uguale o maggiore di 40, ($Z + Z_2 \geq 40$) Non sono consigliabili rapporti superiori a 7.1.
* Lo spessore circolare del dente della ruota, indicato in tabella, assicura un ottimo equilibrio di forze (approssimativamente per una uguale durata a fatica col pignone.

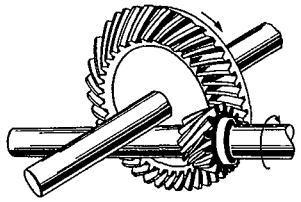
Proporzione del dente per modulo = 1

Angolo alberi = 90°		Numero denti del pignone					
		6	7	8	9	10	11
Denti della ruota (min)		34	33	32	31	30	29
Altezza utile del dente		1,500	1,560	1,610	1,650	1,680	1,695
Altezza totale del dente		1,666	1,733	1,788	1,832	1,865	1,882
Addendum della ruota		0,215	0,270	0,325	0,380	0,345	0,490
* Spessore circolare del dente della ruota							
Numero denti della ruota	30	0,911	0,957	0,975	0,997	1,023	1,053
	40	0,803	0,818	0,837	0,860	0,888	0,948
	50	-	0,757	0,777	0,828	0,884	0,946
	60	-	-	0,777	0,828	0,883	0,955
Angolo di pressione		20°					
Angolo della spirale		35°-40°					

Ingranaggi conici Hypoid - generazione "Duplex Helical" Gleason finitura dal pieno

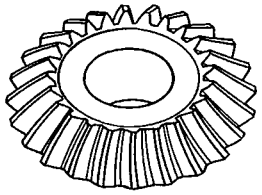
Quanto e stato detto per gli ingranaggi conici spirale, la generazione Duplex Helical con finitura dal pieno, vale anche per gli ingranaggi Hypoid, prodotti dalle stesse dentatrici Gleason N° 641 e N° 645. Il calcolo di una coppia Hypoid pure essendo possibile con i normali mezzi di ufficio e con le indicazioni dell'apposito prontuario Gleason, presenta difficolta, risultando lungo e complesso. D'altra parte questo tipo di ingranaggio e limitato a specifiche applicazioni e necessita di un calcolo preciso e appropriato. Consigliamo percio, dovendo utilizzare ruote Hypoid, di rivolgersi alla Fenwick - Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI) che, con i dati forniti, fa eseguire alla Gleason un calcolo computerizzato e fornisce, in modo rapido ed esatto, i dati risolutivi della coppia Hypoid e i "summaries" per la messa a punto della dentatrice. Anche per altri tipi di ingranaggi Gleason, quando esistano difficolta di calcolo, le Fenwick fornisce, a richiesta, la sua collaborazione gratuita al cliente.





Ingranaggi conici sistema "Zerol" Gleason

Esclusivita Fenwick, Via Nuova Valassina 324 Lissone (MI)



Gli ingranaggi conici con dentatura "Zerol" riuniscono alcune caratteristiche delle ruote coniche diritte e delle ruote coniche spirale. Come le coniche diritte possono essere montate su semplici cuscinetti portanti, ottenendo cosi una riduzione nella spesa di assemblaggio. La forma del dente comporta, con la facilita di esecuzione, il requisito di alta accuratezza. Si riducono i rumori anche alle alte velocita della linea primitiva. Come le coniche spirale hanno il contatto localizzato del dente, permettono una tolleranza di montaggio, sopportano deflessioni senza causare perdita di contatto dei denti.
La normale velocita sulla primitiva e di 5 m/s che, in speciali condizioni di applicazione puo raggiungere i 75 m/s. Sopportano carichi radiali e assiali come le coniche diritte delle stesse misure e proporzioni. Possono quindi sostituire quest'ultime dove si vogliono migliorare le prestazioni senza sostituire i normali cuscinetti. La dentatura Zerol e applicabile: Quando il numero dei denti del pignone non e minore di quanto indicato in tab. 1 in relazione al rapporto e all'angolo di pressione. La fascia del dente(b) non supera il 25% della distanza R. Per ottenere denti con resistenza approssimativamente uguale nel pignone e nella ruota, il rapporto non dovrebbe superare 1,5.1 Per tagliatura di ruote pignoni col metodo "Formate" occorrono speciali proporzioni per rapporti inferiori a 3.1. Col metodo di taglio "Duplex Helical" (linea continua del dente in fig. 2) metodo rapido ed economico, il modulo non deve essere superiore a 2,5 (denti tagliati) e non superiore a 4 (denti rettificati) Inoltre la massima distanza media del cono (R-0,5b) dovra essere: 89 mm per ruote tagliate e 120 mm per ruote rettificate (capacita della macchina)

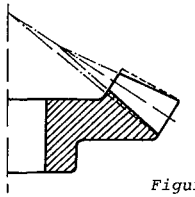


Figura 2 -

Tabella 1 - Rapporti e angolo di pressione

$\alpha = 20°$	$\alpha = 22°30'$		$\alpha = 25°$
15/25 e oltre 16/20 e oltre 17/17 e oltre	13/15 e oltre 14/14 e oltre	15/15 a 15/24 16/16 a 16/19	13/13 a 13/14

Tab. 2 - Variazioni dell'angolo di dedendum = $\Delta\delta$ (primi)

$\alpha = 20°$	$\Delta\delta = \frac{6668}{Zc} - \frac{1512}{Zc \cdot b}\sqrt{d \text{ sen } \delta_2} - \frac{355,6}{Zc \cdot m}$	dove $Zc = \frac{2R}{m}$
$\alpha = 22°30'$	$\Delta\delta = \frac{4868}{Zc} - \frac{1512}{Z \cdot b}\sqrt{d \text{ sen } \delta_2} - \frac{355,6}{Zc \cdot m}$	
$\alpha = 25°$	$\Delta\delta = \frac{3412}{Zc} - \frac{1512}{Zc \cdot b}\sqrt{d \text{ sen } \delta_2} - \frac{355,6}{Zc \cdot m}$	

Ingranaggi conici sistema "Zerol" Gleason

Tab. 3 - Gioco raccomandato punto di ingranamento in prova stretta

m	Gioco Numero qualita AGMA * 3÷6	7÷13	m	Gioco Numero qualita AGMA * 3÷6	7÷13
25,4÷20,32	1,143÷1,651	0,508÷0,762	6,35÷5,08	0,203÷0,406	0,152÷0,203
20,32÷16,93	0,889÷1,397	0,457÷0,660	5,08÷4,23	0,152÷0,330	0,127÷0,178
16,93÷14,51	0,635÷1,143	0,406÷0,559	4,23÷3,17	0,127÷0,254	0,102÷0,152
14,51÷12,7	0,508÷1,016	0,356÷0,457	3,17÷2,54	0,102÷0,203	0,076÷0,127
12,7 ÷10,16	0,508÷0,762	0,305÷0,406	2,54÷1,58	0,076÷0,127	0,051÷0,102
10,16÷ 8,46	0,381÷0,635	0,254÷0,330	1,58÷1,27	0,051÷0,102	0,025÷0,076
8,46÷ 7,26	0,305÷0,559	0,203÷0,279	1,27÷,508	0,000÷0,051	0,000÷0,051
7,26- 6,35	0,254÷0,508	0,178÷0,229	,508÷ 0,4	0,000÷0,025	0,000÷0,025

* American Gear Manufact. Assoc. Il gioco raccomandato (tab. 3) e per ruote assemblate e pronte a funzionare e per usi generali. In caso di scelta usare il valore piu piccolo. Il gioco puo essere modificato per speciali condizioni operative. Per moduli piccoli o per strumenti di precisione puo essere ridotto al valore minimo.

Tabella 4 -

1 Numero denti del pignone Z_1
2 Numero denti della ruota Z_2
3 Modulo m
4 Larghezza fascia b
5 Altezza utile dente $hu = 2,000m$
6 Alt. tot. dente $h=2,188m+0,0508$
7 Ang. press. (tab.1) $\alpha = 20°$ (base)
8 Angolo alberi $\Sigma = 90°$

	Pignone	Ruota
9 Diametro primitivo	$d_1 = Z_1\ m$	$d_2 = Z_2 \cdot m$
10 Angolo primitivo	$\delta_1\ (tg) = Z_1 . Z_2$	$\alpha_2 = 90° - \delta_1$
11 Lungh. generatrice	$R = d_2 . 2 sen\ \delta_2$	
12 Passo circolare	$pt = \pi \cdot m$	
13 Addendum	$ha_1 = hu - ha_2$	$ha_2 = 0,540m + \frac{0,460m}{(Z_2 . Z_1)^2}$
14 Dedendum	$hf_1 = h - ha$	$hf_2 = h - ha_2$
15 Gioco fondo dente	$c = h - hu$	
16 Angolo di dedendum	$\theta f_1\ (tg) = hf_1 : R + \Delta\delta$ (tab.2)	$\theta f_2\ (tg) = hf_2 : R + \Delta\delta$ (tab.2)
17 Angolo esterno	$\delta a_1 = \delta_1 + \theta f_2$	$\delta a_2 = \delta_2 + \theta f_1$
18 Angolo interno	$\delta f_1 = \delta_1 - \theta f_1$	$of_2 = o_2 - \theta f_2$
19 Diametro esterno	$da_1 = d_1 + 2ha_1\ cos\ \delta_1$	$da_2 = d_2 + 2ha_2\ cos\ \delta_2$
20 Dist. vert.circ.e.	$Xo_1 = d_2 . 2 - ha_1\ sen\ \delta_1$	$Xo_2 = d_1 . 2 - ha_2\ sen\ \delta_2$
21 Spessore circolare	$S_1 = pt - S_2$	$S_2 = pt : 2 - (ha_1 - ha_2)\ tg\ \alpha - K\ m$ (1)

(1) Valore K, vedi tab. 5 (α 20°) tab. 6 (α 25°) Dati complementari vedi formule 25÷31 tab. 3 conici Gleason a denti diritti.

Ingranaggi conici sistema "Zerol" angolari

Partendo dai dati (1),(2),(3),(4) e (8) della tab. 3 che sono noti, calcolare (5),(6) e (9) con le formule date. (1) Angoli primitivi - Caso 1° - Angolo alberi (Σ) minore di 90°

$$tg\ \delta_1 = \frac{sen\Sigma}{Z_2 . Z_1 + cos\Sigma}, \quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

Caso 2° - Angolo alberi (Σ) maggiore di 90° Se α risulta maggiore di 90° (ruota interna) interpellare la Fenwick, per la sua fattibilita.

$$tg\delta_1 = \frac{sen(180°-\Sigma)}{Z_2 . Z_1 - cos(180°-\Sigma)}, \quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1$$

In ognuno dei due casi varra la relazione: $sen\ \delta_1 : sen\ \delta_2 = Z_1 . Z_2$, (11) e (12) con le formule date.

Ingranaggi conici sistema "Zerol" Gleason

segue Ingranaggi conici sistema Zerol angolari

(13) Determinazione della proporzione del dente, necessaria per calcolare l'equivalente del rapporto degli ingran. conici a 90° Equivalente del rapporto a 90°

$$m90 = \frac{Z_2\ cos\ \delta_1}{Z_1\ cos\ \delta_2}$$

Il valore cosi calcolato deve essere usato come il rapporto Z_2 Z_1) quando si determina l'addendum della ruota in questa formula (13),(14) e (15) con le formule date (vedi paragrafo precedente) per la formula 13)
(16) Formula come data. Formula aggiuntiva variazione angolo di dedendum = $\Delta\delta$ (primi)

Ang. di press.	Tab. 4 - Variazione angolo di dedendum = $\Delta\delta$ (primi)	
$\alpha = 20°$	$\Delta\delta = \frac{6668}{Zc} - \frac{1512}{b}\sqrt{\frac{m}{Zc \cdot (tg\delta_1 + tg\delta_2)}} - \frac{355,6}{Zc\ m}$	dove $Zc = \frac{2R}{m}$
$\alpha = 22°30'$	$\Delta\delta = \frac{4868}{Zc} - \frac{1512}{b}\sqrt{\frac{m}{Zc \cdot (tg\delta_1 + tg\delta_2)}} - \frac{355,6}{Zc\ m}$	
$\alpha = 25°$	$\Delta\delta = \frac{3412}{Zc} - \frac{1512}{b}\sqrt{\frac{m}{Zc \cdot (tg\delta_1 + tg\delta_2)}} - \frac{355,6}{Zc\ m}$	

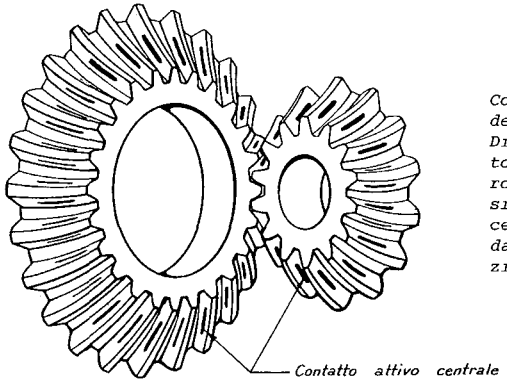
(17),(18) e (19) con le formule date. (20) Distanza vertice-circonferenza esterna max:

$$Xo_1 = R\ cos\ \delta_1 - ha_1\ sen\ \delta_1$$
$$Xo_2 = R\ cos\ \delta_2 - ha_2\ sen\ \delta_2$$

(21) Tranne i rapporti alti, il valore di K puo essere fatto uguale a zero. (7) Angolo di pressione. L'angolo di pressione per le ruote angolari non deve essere preso in tab. 1. Il calcolo dell'angolo di pressione minimo (α') e dato dalla formula:

$$seno\ \alpha' = \frac{1,15\ hf_1}{R\ tg\ \delta_1}$$

L'angolo di pressione da scegliere per la formula (7) deve essere uguale o piu grande di α' trovato Usare uno degli angoli standard 20°, 22°30', 25° Quando α' e piu grande di 25°, interpellare la Fenwick per uno studio speciale di fattibilita.



Contatto localizzato del dente.
Dimostrazione contatto denti di ruote Zerol, pignone elica sinistra. Contatto centrato risultante da una corretta posizione di montaggio.

Ingranaggi di fusione - Proporzioni

Usando queste proporzioni, il metallo e distribuito in modo da fornire, in proporzione al peso, un alto grado di rigidità.
Le razze ovali si adattano meglio per piccole e medie dimensioni, mentre per le grandi dimensioni si possono usare le razze nervate o con sezione ad H.
Naturalmente il disegno puo essere modificato per particolari esigenze di progetto.
E' possibile realizzare ruote di fusione usando come modello un duplicato della ruota richiesta.
Esistono anche macchine che eseguono la formatura.
I denti sono formati da apposite impronte a rotazione radiale su teste a dividere.
Questo sistema di formatura dà ottimi risultati ed evita qualsiasi distorsione che potrebbe essere provocata dal ritiro non uniforme delle razze.
La corona esterna puo essere, in certi casi, formata da sola e poi collegata al centro della ruota o alla stella delle razze.
Si possono ottenere ruote a denti diritti, elicoidali, conici e per viti senza fine.

Ruote a razze ovali.
c = 6,28 m
e = 3,14 m
f = 4,70 m
g = 0,80 m
h = 2,00 m
c_1 = e + 6% della lungh. della razza.

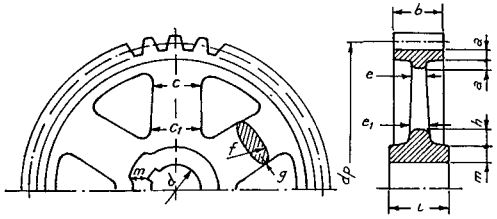


Figura 1 - a razze ovali

Dati comuni
a = 1,57 m
l=b+0,6 dp
m = 0,45 d
c_1 = c + 6% della lungh. della razza.

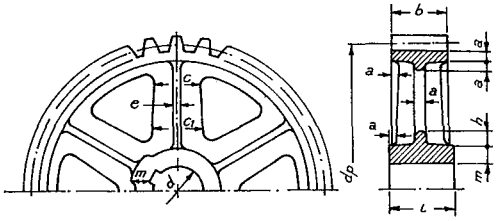


Figura 2 - a razze nervate

Ruote a razze nervate o con sez. a H
c = 7,85 m
e = 0,95 m
h = 2,20 m

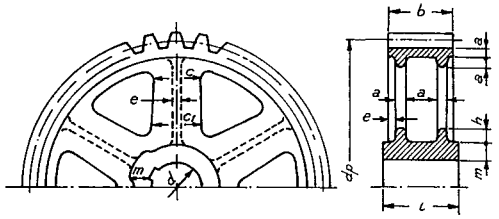


Figura 3 - a razze con sezione ad H

Differenziale e sue applicazioni

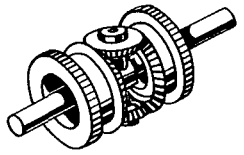


Figura 1 -

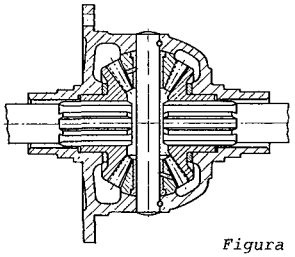


Figura 3 -

Il differenziale e un complesso di ruotismi generalmente conici, che permette di eseguire la somma algebrica di due quantita.
Nella sua realizzazione piu semplice e costituito da due ruote coniche dette "planetarie" e da uno o piu pignoni detti "satelliti" ingrananti con le due planetarie. (Le planetarie ruotano intorno ad un albero fisso, i satelliti intorno ad alberi mobili)
Quando una planetaria sia fissa e l'altra condotta, l'albero dei satelliti fà meta dello spostamento fatto dalla planetaria e nello stesso senso.
Questo indipendentemente dal numero dei denti delle planetarie e dei satelliti.
Se le planetarie sono entrambe condotte, i satelliti si muovono della somma algebrica degli spostamenti delle due planetarie, sempre tenuto conto del rapporto fisso 1.2.

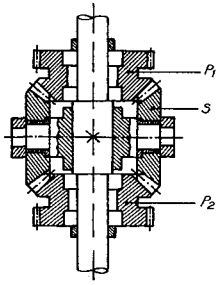


Figura 2 -

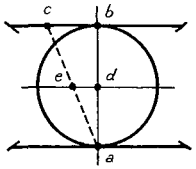


Figura 4 -

a = planetaria fissa
b = planetaria condotta
ad = db = raggio dei satelliti
bc = spostamento della planetaria condotta
de = spostamento dei satelliti
de bc = 1.2.

Planetaria P_1	Planetaria P_2	Albero satelliti S	Risultato
fissa	1 giro (+)	-	S = ½ giro (+)
2 giri (+)	1 giro (-)	-	S = ½ giro (+)
1 giro (+)	1 giro (-)	-	S = zero giri
1 giro (+)	-	fisso	P_2 = 1 giro(-)
fissa	-	1 giro (+)	P_2 = 2 giri(+)
2 giri (+)	-	1 giro (-)	P_2 = zero giri

Il senso di rotazione (destro o sinistro) e indicato dai segni + o -

segue

segue: Differenziale e sue applicazioni

Nelle figure 5 e 6 sono schematicamente rappresentate due configurazioni del differenziale per eseguire la somma algebrica di due quantità; introdotte per esempio, per mezzo di manovre a mano.

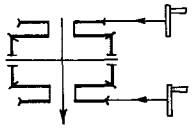


Fig. 5

Figura 5 - Introduzione del moto sulle planetarie, uscita sull'albero del differenziale.

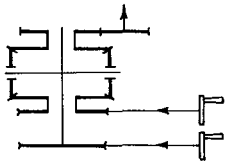


Fig. 6

Figura 6 - Introduzione del moto sull'albero del differenziale e su una planetaria.
Naturalmente e possibile eseguire la somma algebrica di più di due quantità, collegando diversi differenziali tra loro.
Esempi di differenziali diversamente collegati per l'esecuzione della somma algebrica di tre quantità.

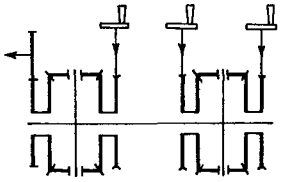


Fig. 7

Figura 7 - Introduzione del moto su tre planetarie, uscita sulla quarta planetaria.

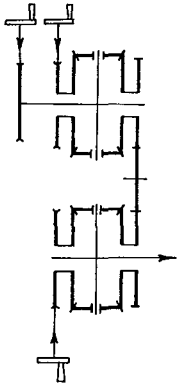


Fig. 8

Figura 8 - Introduzione del moto su due planetarie e sull'albero di un differenziale; uscita sull'albero dell'altro differenziale

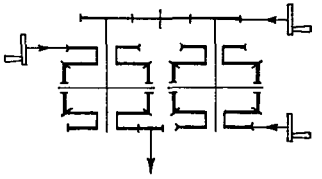


Fig. 9

Figura 9 - Introduzione del moto su due planetarie e sugli alberi dei differenziali, uscita su una planetaria.

Come caso particolare di applicazione e noto l'uso del differenziale di annullamento. Esso serve quando si debba trasmettere un movimento da una parte fissa ad un elemento mobile.
Nella figura 10 e indicato un basamento fisso A e una piattaforma mobile B. Il volantino C comanda la rotazione della piattaforma mentre il volantino D deve comandare organi situati sulla parte mobile. Dovendo i due movimenti essere indipendenti e necessario

segue

segue: Differenziale e sue applicazioni

che quando la piattaforma ruota, anche l'albero E ruoti della stessa quantità e nello stesso senso. A ciò provvede il differenziale disposto come in figura 10.

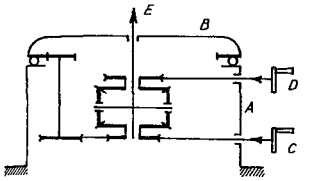


Fig. 10

Un'altra disposizione del differenziale di annullamento e rappresentata nella figura 11.

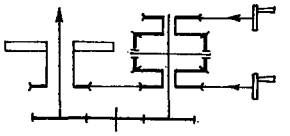


Fig. 11

Il differenziale di annullamento può essere anche utilizzato nel caso inverso, quando si voglia portare il movimento da una parte mobile ad una fissa come in figura 12.

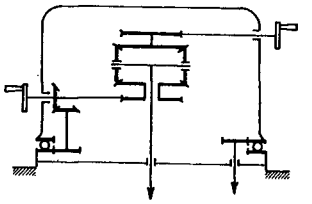


Fig. 12

- Differenziale per autoveicoli - (figure 3, 13 e 14) Il differenziale per autoveicoli trasmette la coppia motrice alle ruote consentendo ad esse di girare, se necessario, a velocità diverse.

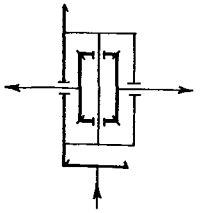


Fig. 13

In una curva stradale, le due ruote motrici, percorrono due traiettorie di lunghezza differente, se esse fossero costrette a girare alla stessa velocità, una delle due ruote, oltre al movimento di rotazione, striscerebbe sul suolo provocando rapida usura del pneumatico e pericolo di sbandamento; anche in rettilineo le velocità di rotazione delle ruote dell'automobile, difficilmente sono uguali a causa delle imperfezioni del manto stradale, del diverso consumo dei pneumatici e delle differenze di gonfiaggio dei medesimi.

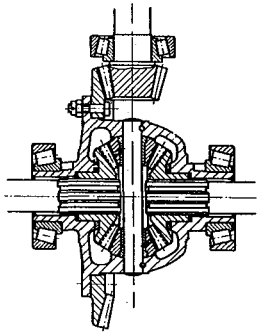


Fig. 14

segue

Treni planetari o epicicloidali

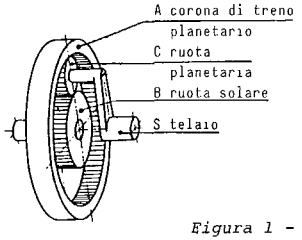


Figura 1 -

- Treno planetario semplice -

E'costituito da tre elementi coassiali, e precisamente: due ruote di estremita ad asse fisso e un telaio libero di ruotare intorno all'asse comune a tali due ruote; il telaio porta l'asse o gli assi di una o piu ruote intermedie.

- Treno planetario composto -

Treno planetario costituito da piu treni planetari semplici combinati tra di loro.

Con questi rotismi e possibile ottenere rapporti di trasmissione anche elevatissimi.

Prendiamo in esame il caso in figura e consideriamo il telaio (S) motrice, la ruota solare (B) fissa la corona (A) condotta. Si vuol conoscere quanti giri compie la corona (A) per un giro del telaio (S) Immaginiamo che tutte le ruote siano bloccate fra di loro: per un giro di S, sia B come A fanno pure un giro. Possiamo quindi dire che A ha fatto un giro nello stesso senso di S. Abbiamo detto che B e fissa: dobbiamo quindi riportarla nella posizione iniziale per annullare il giro fatto insieme a tutto il sistema.

Abbiamo allora che per un giro di B in senso contrario, attraverso S, la ruota A fà ancora B/A giri nello stesso senso, nel quale aveva fatto il primo giro.

Pertanto per un giro di S, la ruota A ha fatto 1 + B/A giri nello stesso senso di S motrice.

Se S e l'organo condotto, la formula risolutiva e l'inverso di quella ora considerata.

Nel caso invece che S sia fissa, B mobile e A condotta, il ruotismo diventa un semplice sistema nel quale le planetarie agiscono da ruote oziose. Consideriamo ora il treno planetario composto (Fig. 6) della seconda tabella (vedi pagina seguente) Occorre da prima considerare: A motrice, C fissa, S condotta e determinare i giri fatti da S per un giro di A.

Applichiamo la formula relativa (vedi treno planetario fig. 4) abbiamo:

$$S = \frac{1}{1 + \frac{B}{A}}$$

Consideriamo ora S motrice, C fissa, B condotta abbiamo la formula

$$A = 1 - \left(\frac{B}{e} \cdot \frac{d}{a}\right)$$

qualora S facesse un giro. Ma S fà:

$$\frac{1}{1 + \frac{B}{A}}$$

giri, quindi sostituendo abbiamo:

$$A = \frac{1}{1 + \frac{B}{A}} - \frac{1}{1 + \frac{B}{A}}\left(\frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}\right)$$

da cui.

$$A = \frac{1}{1 + \frac{B}{A}}\left(1 - \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}\right) = \frac{A}{A+B}\ 1 - \left(\frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}\right)$$

Il treno planetario (Fig. 7) rappresenta una planetaria d montata sul telaio S motrice ed ingranante con la ruota solare fissa B.

Sempre per le considerazioni precedenti, si nota che la planetaria d fà 1 + B/d giri intorno al suo asse, e fà (1 + B/d) - 1 giri sul perno che lo sostiene.

Nel treno planetario (Fig. 8) si ha il sistema precedente con l'interposizione di una ruota oziosa: in questo caso d, per un giro di S, non ruota attorno al suo asse e fà un giro sul perno che la sostiene. In tutte le formule A, B, C, d, e, corrispondono ai diametri primitivi delle ruote.

Nelle formule del treno (Fig.5) quando i segni tra parentesi sono uguali, non vi e inversione del senso di rotazione, che si ha quando i segni sono differenti.

segue

segue: Treni planetari o epicicloidali

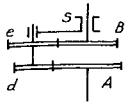


Figura 2

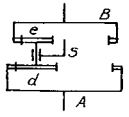


Figura 3

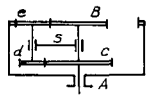


Figura 6

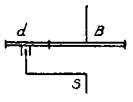


Figura 7

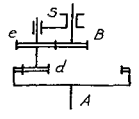


Figura 4

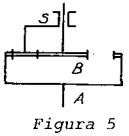


Figura 5

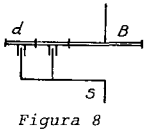


Figura 8

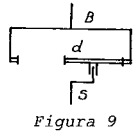


Figura 9

Figure 2 e 3	4	5
con: S motrice, B fissa, A condotta		
$S = 1$ giro	$S = 1$ giro	$S = 1$ giro (+)
$A = 1 - \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}$	$A = 1 + \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}$	$A = (+) 1 + \frac{B}{A}$
con: S motrice, A fissa, B condotta		
$S = 1$ giro	$S = 1$ giro	$S = 1$ giro (+)
$B = 1 - \frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}$	$B = 1 + \frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}$	$B = (+) 1 + \frac{A}{B}$
con: A motrice, S fissa, B condotta		
$A = 1$ giro	$A = 1$ giro	$A = 1$ giro (+)
$B = \frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}$	$B = -\frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}$	$B = (-) \frac{A}{B}$
con: B motrice, S fissa, A condotta		
$B = 1$ giro	$B = 1$ giro	$B = 1$ giro (+)
$A = \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}$	$A = \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}$	$A = (-) \frac{B}{A}$
con: A motrice, B fissa, S condotta		
$A = 1$ giro	$A = 1$ giro	$A = 1$ giro (+)
$S = \frac{1}{1 - \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}}$	$S = \frac{1}{1 + \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}}$	$S = (+) \frac{1}{1 + \frac{B}{A}}$
con: B motrice, A fissa, S condotta		
$B = 1$ giro	$B = 1$ giro	$B = 1$ giro (+)
$S = \frac{1}{1 - \frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}}$	$S = \frac{1}{1 + \frac{A}{d} \cdot \frac{e}{B}}$	$S = (+) \frac{1}{1 + \frac{A}{B}}$

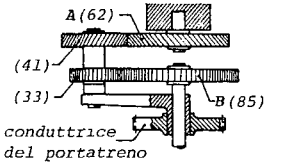
Figura 6
con: S motrice, C fissa, B condotta
$S = 1$ giro $A = \frac{A}{A+B}\left(1 - \frac{B}{e} \cdot \frac{d}{A}\right)$
Figura 7
con: S motrice, B fissa
$S = 1$ giro $d = 1 + \frac{B}{d}$ (rispetto al suo asse di rotaz.) $d = 1 + \frac{B}{d} - 1 = \frac{B}{d}$ (sul perno di sost.)
Figura 8
con S motrice, B fissa
$S = 1$ giro $d = 1 - \frac{B}{d}$ (rispetto al suo asse di rotaz.) $d = 1 - \frac{B}{d} - 1$ (sul perno di sostegno)
Figura 9
con: S motrice, B fissa
$S = 1$ giro $d = 1 - \frac{B}{d}$ (rispetto al suo asse di rotaz.) $d = 1 + \frac{B}{d} - 1 = \frac{B}{d}$ (sul perno di sost.)

Un'insolito treno planetario e quello dell'orologio astronomico di Strasburgo. Il rapporto (i) tra le ruote A (fissa) e B (condotta) risulta: i = (62x33) (85x41) Essendo A fissa, si ottiene:

$$\frac{n}{nB} = -\frac{1}{i-1} = \frac{1}{\frac{62x33}{85x41} - 1} =$$

$$= \frac{85x41}{85x41 - 62x33} = \frac{3485}{1439}$$

Risultando 1439 numero primo, la trasmissione si ottiene fra la ruota solidale al portatreno (conduttrice) e la ruota B che funziona da ruota condotta.



segue: Treni planetari o epicicloidali

Esempio di riduttore realizzato con un treno planetario avente un rapporto di trasmissione 1 49.
Il rapporto e dato dalla formula: 1-(B/e) (d/A) (caso di Fig. 2 in tabella)
Si sostituiscono ai divisori della formula due numeri che, moltiplicati fra loro, risulti 49 (per esempio 7x7) e ai dividendi, due numeri che moltiplicati fra loro risulti 48 (per esempio 6x8) cioe 49 - 48 = 1 da cui.

$$1 - \frac{6}{7} \quad \frac{8}{7} = 1 - \frac{48}{49} = \frac{49}{49} - \frac{48}{49} = \frac{1}{49}$$

Gli interassi delle ruote B-e e d-A devono essere uguali, questo si puo realizzare con piu metodi, per esempio: giocando sui multipli del numero dei denti, con eventuale coppia di ruote a denti elicoidali, oppure realizzando direttamente il rapporto fra A e B, facendo e e d uguali e la coppia B-e a denti elicoidali.

Realizzazione col primo metodo:

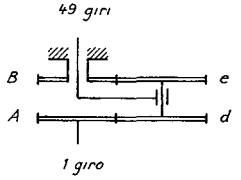


Fig. 11

Ingranaggi cilindrici diritti
B: Z = 72, m = 0,5, d = 36 mm
e: Z = 84, m = 0,5, d = 42 mm

Interasse (a) = 39 mm

Ingranaggi cilindrici elicoidali ad alberi paralleli, rapporto diverso da 1, interasse esatto.

A: Z=70, m=0,5, d=36,4, α =15°57'
d: Z=80, m=0,5, d=41,6, α =15°57'
Interasse (a) = 39 mm.

Realizzazione col secondo metodo:

Ingranaggi cilindrici elicoidali ad alberi paralleli, rapporto diverso da 1, interasse esatto. B. Z=48, m=1, d=48,706 mm, α = 9°46'
e: Z = 20, m = 1, d = 20,294, α = 9°46'
Interasse (a) = 34,5 mm

Ingranaggi cilindrici diritti

A: Z = 49, m = 1, d = 49 mm
d: Z = 20, m = 1, d = 20 mm
Interasse (a) = 34,5 mm

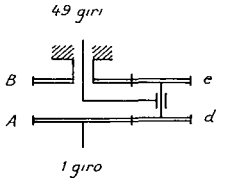


Fig. 12

Senso di rotazione del moto in uscita.

Il senso di rotazione dell'albero condotto sara uguale a quello dell'albero motore.

Nel caso che l'albero condotto debba avere il senso di rotazione contrario di quello motore, e necessario sostituire ai dividendi della formula due numeri che moltiplicati fra loro diano per risultato 50, cioe:
49 - 50 = - 1 (per esempio 10x5) lasciando invariati i divisori (7x7 = 49) da cui la formula:

$$1 - \frac{10}{7} \times \frac{5}{7} = 1 - \frac{50}{49} = \frac{49}{49} - \frac{50}{49} = - \frac{1}{49}$$

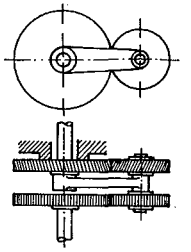


Fig. 13

segue: Treni planetari o epicicloidali

Treno planetario usato come cambio di velocita.
Il cambio di velocita epicicloidale puo essere impiegato nella trasmissione di un autoveicolo in sostituzione del cambio di velocita di tipo classico.
Schematicamente questo si compone di tre elementi principali.
una corona a dentatura interna, una ruota solare, un telaio con due o piu planetarie che uniscono la corona con la ruota solare (Figg. 14 a 18)
Perche la trasmissione del moto sia assicurata e necessario che uno dei tre elementi resti immobile e diventi percio punto di reazione, se il secondo elemento e motore, il terzo diviene l'elemento condotto.
I vari organi del gruppo epicicloidale vengono uniti e liberati da un insieme di frizioni monodisco e multidisco, comandate idraulicamente.
(Peugeot 404 Automatique, Buick, Dynaflow, ecc.)
Si puo quindi ottenere un numero di combinazioni elevate in relazione al numero esiguo di ingranaggi usati.

Fig.14-Presa diretta (tutti gli elem. girano alla stessa velocità)

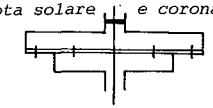


Fig.15-Elev rapp. di demoltipl.

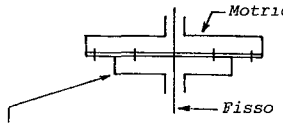


Fig.16-Basso rapp. di demoltipl.

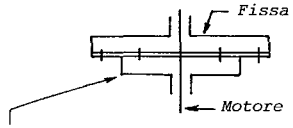


Fig. 17 - Surmoltiplicazione

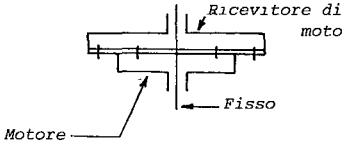


Fig. 18 - Retromarcia

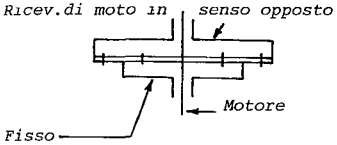
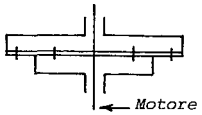


Fig. 19 - Posizione folle



Non trasmette moto

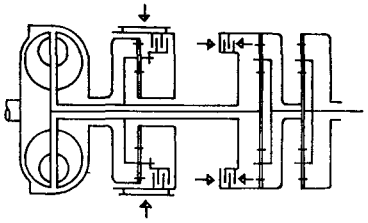


Fig. 20 -

Se si unisce un giunto idraulico (frizione) a tre gruppi epicicloidali si puo ottenere un cambio idro-automatico e si puo predisporre a mezzo di apposito comando la realizzazione automatica di quattro marce normali a quella delle due marce piu basse o il folle o la retromarcia.

Materiali per ingranaggi

- Scelta del materiale -

La scelta del materiale per un ingranaggio e condizionata da molti fattori, il cui ordine di importanza e valutabile caso per caso, a secondo dell'uso cui l'ingranaggio e destinato e in rapporto ai risultati che si vogliono ottenere. Il materiale scelto dovra possedere resistenza a rottura adeguata allo sforzo da trasmettere, considerata la sezione del dente, una composizione chimica che permetta l'eventuale trattamento termico come: cementazione, bonifica tempra superficiale, ecc., indice di lavorabilita e durezza adeguata alla finitura che si vuol dare ai denti. Altri elementi come durata, costo, peso, velocita di rotazione, efficienza di lubrificazione, ecc. dovranno essere considerati affinche la scelta, fra i molti materiali a disposizione risulti la piu appropriata. A semplice titolo indicativo, si elencano alcuni esempi di scelta, quale risultato di studi e esperienze di importanti ditte produttrici di macchinari.

Particolare macch.	Tipo di ingranaggio	Materiale sigla	UNI	Trattam.
cambio velocita auto	cilindrici elicoidali	20 Cr Ni 4	7846	cem. temp.
" " "	corone coniche Hypoid	20 Cr Ni 4	7846	cem.temp. fosf.
" " "	pignoni conici Hypoid	16 Cr Ni 4	7846	" " "
" " moto	cilindr diritti	16 Cr Ni 4	7846	cem. temp.
" " "	" dir e elicoid.	16 Cr Ni 4	7846	" "
" " "	" diritti	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " trattori	" dir e elicoid.	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " "	" e conici	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " "	cilindrici	16 Cr Ni 4	7846	" "
" " "	conici Zerol	39 Ni Cr Mo 3	7845	temp. rinv.
" " macch. utens.	cilindr dir rettif	18 Ni Cr Mo 5	7846	cem. temperati
" " " "	" elic. rettif	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " " "	cil. dir elic. rettif	16 Cr Ni 4	7846	" "
" " " "	cilindr diritti	20 Cr Ni 4	7846	" "
differenziali " "	satell. cil. diritti	16 Cr Ni 4	7846	" "
" " "	cor e pign. Gleason	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
riduttori per trattori	conici elicoidali	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " "	cilindrici diritti	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " locomotori	" "	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" "	conici elicoidali	20 Cr Ni 4	7846	" "
" di velocita	elicoidali	40 Ni Cr Mo 7	7845	bonificati
" "	bielicoidali	39 Ni Cr Mo 3	7845	"
invertitori diesel	cilindr elicoidali	18 Ni Cr Mo 5	7846	cem. temprati
motovariatori	" diritti	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
cass. distr macch. utens.	cilindrici	39 Ni Cr Mo 3	7845	bonificati
testa comando " "	" lenti	39 Ni Cr Mo 3	7845	"
" " " "	" veloci	20 Cr Ni 4	7846	cem. temprati
alberi " " "	conici	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
grembiuli " "	pign. cremagl. vite	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
avanzamento " "	cilindr diritti	18 Ni Cr Mo 5	7846	" "
" " "	" "	16 Cr Ni 4	7846	" "
trasmissione " "	cilindrici	40 Ni Cr Mo 7	7845	temp. rinv.
cambio e diff sollevam.	" diritti	18 Ni Cr Mo 5	7846	cem. temprati
comando telai tessili	" elicoidali	20 Cr Ni 4	7846	" "
argani grù	" bielicoidali	39 Ni Cr Mo 3	7845	temp. rinv.
ruotismi vari soggetti a fatica ed a usura		38 Cr Al Mo 7	8077	nitrurati
" " " " usura		42 Cr Al Mo 7	8077	"
pignoni, viti, ingranaggi cilindrici		(varie)	7847	tempra superf

segue

segue: Materiale per ingranaggi

Ingranaggi	Materiale	UNI	Trattam.
cil. dir elic. acc. resist. alla corros.	X 20 Cr 13	6900	rettificati
" " " " " " "	X 30 Cr 13	6900	"
" " " " " " "	X 40 Cr 14	6900	"
ruotismi di ghisa mediam. sollecitati	G 20 - G 25	5007	
ruot. di ghisa sferoid. buona resist. mec.	GS 600 - 2	4544	
ruotismi in genere in anticorodal	PAL Si 1 Mg Mn	3571	TA 14
" " " " "	PA Si 12 Mg Cu Ni	3572	TA
" " " " avional	P-Al Cu 4 Mg Mn Si	9002/2	T 1
" " " " "	P-Al Cu 4,4 Si Mn Mg	9002/3	T1 - T6
" " " " ottone speciale	G-Cu Zn 39 Si 1	5037	
" " " " cuprolega speciale	G-Cu Al 9 Fe 3	5273	
ruote a vite bronzo colato in centrifuga	G-Cu Sn 12	7013	
corone dentate elicoidali in cupralluminio	P-Cu Al 5	7989	

- Trattamenti termici -

a) Acciai da cementazione.

nella tabella precedente si puo osservare che gli acciai piu usati per le varie applicazioni, sono quelli da cementazione (Acciai tipizzati 16 Cr Ni 4, 20 Cr Ni 4, 18 Ni Cr Mo 5 UNI 7846) I requisiti fondamentali di detti acciai sono: elevata resistenza all'usura dello strato cementato e capacita del nucleo di sopportare le sollecitazioni a flessione e ad urto, senza deformazioni o rotture. Posseggono inoltre, buona attitudine alla cementazione con i vari processi correnti, nessuna tendenza alla formazione di carburi reticolari od in ammassi ed alla formazione di austenite residua di tempra, scarse deformazioni di tempra, buona lavorabilita dopo adeguato trattamento termico preliminare. I tre acciai prescelti tengono conto della gamma vastissima degli spessori dei pezzi cementati, che possono andare dai pochi millimetri dei piccoli ingranaggi della meccanica fine, ai 50 mm e piu dei grossi pignoni di autocarro.

Per ogni settore di utilizzazione sara scelto un acciaio di resistenza e temprabilita appropriata In linea di massima, le durezze da ottenere, dopo trattamento, saranno: strato cementato HRC ≧ 60, sotto lo strato cementato HRC da 35 a 45, nucleo HRC 28-35. In base alle caratteristiche di temprabilita dei tre acciai possiamo consigliare: 16 Cr Ni 4, spessore fino a 30 mm; 20 Cr Ni 4 fino a 60 mm; 18 Ni Cr Mo 5 per tutte le misure ma, preferibilmente oltre i 20 mm di spessore.

I trattamenti preliminari raccomandati sono: a) normalizzazione, b) ricottura isotermica, c) bonifica di lavorabilita. I trattamenti termici finali, su particolari finiti di lavorazione meccanica, sono: a) cementazione, b) tempra, c) rinvenimento di distensione. Le temperature per tali trattamenti sono indicate nel capitolo Acciai tipizzati (Materiali ferrosi) Gli spessori efficaci di cementazione ottenibili dopo un'ora di permanenza a temperatura, sono funzione della temperatura stessa; a titolo indicativo segnaliamo: T = 880 °C, S' = 0,30 mm; T = = 900 °C, S' = 0,34 mm; T = 930 °C, S' = 0,4 mm (T = temperatura, S' = spessore dopo un'ora)

Per durate maggiori, lo spessore ottenuto St e funzione della radice quadrata del tempo t

$$St = S'\sqrt{t}$$

Per quanto riguarda il problema dello spessore efficace di cementazione piu adatto per un determinato particolare, non e superfluo rammentare che la cementazione e la successiva tempra conferiscono all'acciaio tre proprieta: maggiore resistenza all'usura, maggiore resistenza a fatica e possibilita di reggere forti carichi specifi-

segue

segue: Materiali per ingranaggi

Distribuzione schematica delle tensioni interne

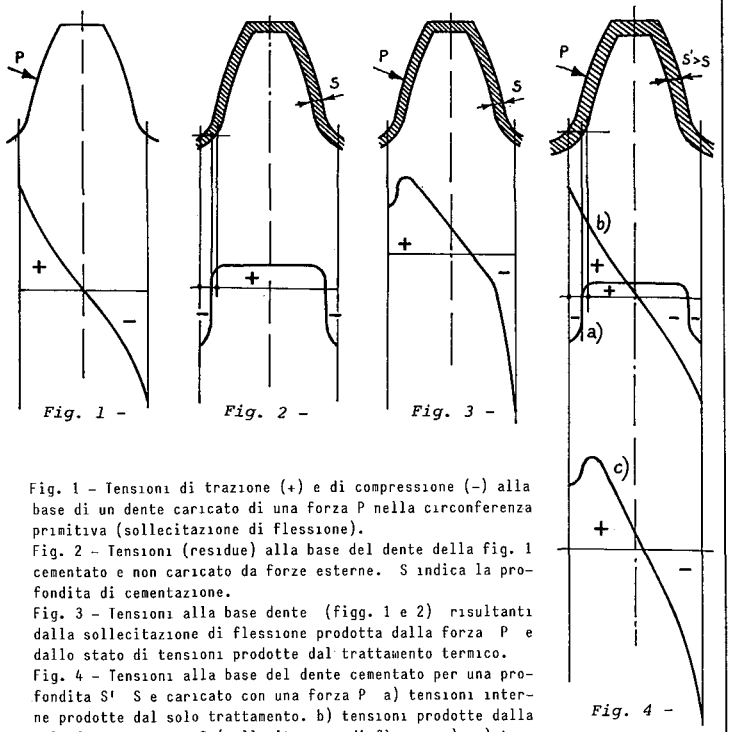


Fig. 1 - Fig. 2 - Fig. 3 - Fig. 4 -

Fig. 1 - Tensioni di trazione (+) e di compressione (-) alla base di un dente caricato di una forza P nella circonferenza primitiva (sollecitazione di flessione).
Fig. 2 - Tensioni (residue) alla base del dente della fig. 1 cementato e non caricato da forze esterne. S indica la profondita di cementazione.
Fig. 3 - Tensioni alla base dente (figg. 1 e 2) risultanti dalla sollecitazione di flessione prodotta dalla forza P e dallo stato di tensioni prodotte dal trattamento termico.
Fig. 4 - Tensioni alla base del dente cementato per una profondita S' S e caricato con una forza P a) tensioni interne prodotte dal solo trattamento. b) tensioni prodotte dalla sola forza esterna P (sollecitazione di flessione). c) tensioni risultanti dalla distribuzione di tensioni a) e b).

ci. La prima proprieta e essenzialmente dovuta alla elevata durezza superficiale, la seconda e conseguenza delle tensioni interne generate dal trattamento, la terza e funzione dello spessore cementato e della durezza del cuore. A titolo di esempio si consideri il dente di un ingranaggio sollecitato da una forza P sulla circonferenza primitiva. La distribuzione delle sollecitazioni alla base avra l'andamento indicato in fig. 1. La presenza dello strato cementato comporta delle tensioni interne che sono di compressione alla superficie, si annullano a circa 2/3 dello spessore indurito e diventato di trazione a cuore (fig. 2) La somma algebrica delle sollecitazioni di flessione di funzionamento e delle tensioni interne e indicato in fig. 3, in cui si constata che il dente e poco sollecitato nella parte tesa e cio spiega l'innalzamento della resistenza a fatica. Se a parita di dimensione del den

segue

segue: Materiali per ingranaggi

te, si aumenta la profondita di cementazione (fig. 4), le tensioni generate dal trattamento sono minori e cio riduce il vantaggio ai fini della resistenza a fatica Sotto questo punto di vista e quindi utile che lo spessore cementato sia abbastanza sottile. Per contro il dente deve trasmettere una potenza e quindi, il carico specifico esistente sulle limitate superfici di contatto, e molto forte. Pertanto occorre che lo strato cementato abbia un considerevole spessore per evitare che esso sia sfondato dalle pressioni. E' chiaro quindi che, per avere le migliori prestazioni di esercizio, lo strato cementato deve avere uno spessore adeguato, alle contrastanti esigenze di tensioni interne e di resistenza allo sfondamento. Tale spessore e funzione delle sollecitazioni in gioco e quindi indirettamente del modulo della dentatura. Per queste ragioni, si usa fissare gli spessori di cementazione, in funzione del modulo. Gli spessori efficaci di cementazione (HRC > 50) raccomandati, per gli acciai da cementazione tipizzati, in funzione del modulo delle dentature, sono indicati nella seguente tab.

Modulo dentatura	Spessore eff. mm
1 - 2	0,2 - 0,4
2 - 3,3	0,4 - 0,6
3,3 - 4,7	0,6 - 0,8
4,7 - 6,5	0,8 - 1,0
6,5 - 8,5	1,0 - 1,2
8,5 - 10,8	1,2 - 1,4
10,8 - 13,5	1,4 - 1,6

b) Acciai da bonifica

Il trattamento finale classico, per gli acciai 39 Cr Mo 3 e 40 Ni Cr Mo 7 UNI 7845 e la bonifica. Essa ha lo scopo di conferire all'acciaio la resistenza e tutte le altre caratteristiche richieste. Come trattamento finale, nel caso degli ingranaggi, e da citare anche la nitrurazione in gas, la cui applicazione industriale e abbastanza recente. La resistenza all'usura dello strato indurito e in molti casi, piu che sufficiente, per il buon funzionamento degli organi nitrurati (Vickers 550 -600) e anche migliore di quella di uno strato carbocementato di durezza superiore. Il principale vantaggio che si ha, adoperando questi acciai per la nitrurazione consiste nell'ottenere uno strato indurito molto piu tenace e piu resistente agli urti, di quello degli acciai classici al cr Mo, al Cr V o all'alluminio.

Ingranaggi, alberi e altri organi molto sollecitati, per i quali le tolleranze dimensionali siano molto strette, possono essere nitrurati col seguente ciclo:

- Bonifica, Tempra in olio da 830 850 °C. Rinvenimento nell'intervallo 550-600 °C a secondo della resistenza richiesta a cuore.
- Distensione, (eventuale) a 550 °C dopo la sgrossatura.
- Nitrurazione (dopo finitura) in NH_3 gassosa a 500-520 °C per la durata necessaria all'ottenimento dello spessore voluto (50-100h ~)
- Raffreddamento, lento in forno fino a 150 °C e poi in aria tranquilla. Dopo questo trattamento, e consigliata l'operazione di lappatura, per eliminare la cosidetta "coltre bianca" La rettifica non e necessaria in quanto le deformazioni sono minime, tuttavia se essa fosse indispensabile, come per esempio, in sede di revisione del particolare, la si puo eseguire con minori cautele di quanto sia necessario fare, con gli strati nitrurati degli acciai classici, in quanto le probabilita di cricche, in questo stato e notevolmente ridotta.

- Deformazioni e caratteristiche meccaniche -

Per quanto riguarda le deformazioni, che puo subire un'ingranaggio in seguito al trattamento ricevuto, e le caratteristiche meccaniche a ciclo ultimato, si rimanda al parafrafo omonimo del capitolo Acciai tipizzati (Materiali ferrosi)

Sforzi generati da trasmissioni di potenza

Calcolo degli sforzi nei contatti delle ruote dentate e carichi di trasmissione con catene e cinghie Sui disegni sono indicate le componenti radiali e tangenziali le cui risultanti determinano il carico concentrato sull'albero e quando presente, la direzione della spinta assiale, necessaria per il calcolo e la scelta dei cuscinetti. Nella maggior parte dei casi il calcolo dei carichi sui cuscinetti si riduce alla determinazione delle reazioni dei vincoli di travi semplicemente appoggiate.

- Pulegge e ruote per catene -

$R = fT = 19107\ fN/Dn$

dove:

R = Tiro dell'organo di trasmissione in N.
T = Sforzo tangenziale in N.
N = Potenza trasmessa in kW.
D = diametro puleggia in m.
n = giri al minuto.
f = coefficiente di maggiorazione dello sforzo tangenziale dipendente dalla tensione dell'organo di trasmissione, sempre maggiore di uno, e varia col tipo di trasmissione.

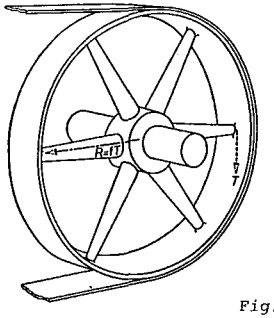


Fig. 1

Esso vale con approssimazione:

Cinghia piatta	2,5
Cinghia piatta con angolo di avvolgimento piccolo	3,0
Cinghia piatta dentata con puleggia dentata	1,5
Cinghia trapezoidale (valore variab. da singola a multipl.	2÷5
Catene a rulli	1,0

- Ruote dentate -

Forze applicate alla ruota condotta:

P = forza risultante dalle pressioni di contatto.
T = componente tangenziale.
Rr = componente radiale.
Rs = componente assiale.

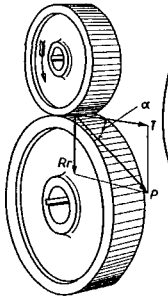
Alla ruota motrice sono applicate forze uguali e di segno opposto.
Il valore di P e dato da:

$$P = \sqrt{T^2 + Rr^2 + Rs^2}$$

I simboli usati sono:

N = potenza trasmessa in kW.
n = giri al minuto ruota motrice.
D = diam. prim. ruota motr. in m.
α = somma degli angoli di pressione e di attrito.
γ = semiapertura angolare del cono primitivo.
β = inclinazione dell'elica nelle dentature elicoidali.

- Ingranaggi cilindrici -
a denti diritti



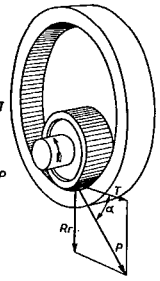


Fig. 2 Fig. 3

$T = 19107\ \frac{N}{Dn}$, $Rr = T \times tg\ \alpha$

- Ruotismi epicicloidali -
a denti diritti

Nel caso in figura 4 abbiamo:
Ruota solare, motrice.
Telaio delle planetarie, cedente.
Corona esterna, fissa.
Rr, trasmesso dalla ruota solare e bilanciato dalla reazione radiale dei denti della corona, il pernno della planetaria e caricato

segue

segue: Sforzi generati da trasmissioni di potenza

radialmente dalle due componenti tangenziali uguali in valore e segno, del carico trasmesso dalla ruota solare e dalla reazione della corona data da R_1
Quanto ai cuscinetti della ruota solare: l'albero e sollecitato a sola torsione se accoppiato direttamente col motore tramite giunto; e sollecitato anche a flessione se mosso da cinghia o da altri ingranaggi montati su di esso. In questo caso calcolare anche le reazioni dovute ai momenti flettenti. z e il numero delle ruote planetarie.

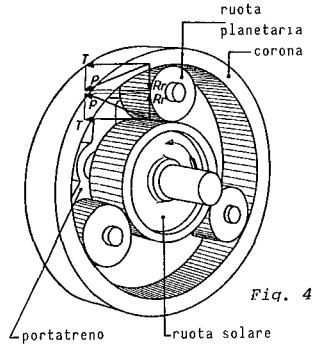
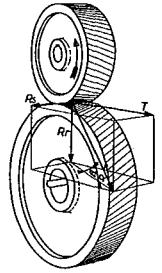


Fig. 4

$T = 19107\ \frac{N}{Dnz}$

$Rr = T\ tg\ \alpha$, $R_1 = 2T$

- Ingranaggi cilindrici -
a denti elicoidali



$T = 19107\ \frac{N}{Dn}$

$Rs = T\ tg\ \beta$

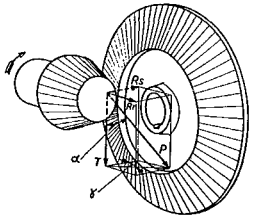
$Rr = T\ \frac{tg\ \alpha}{cos\beta}$

Fig. 5

β = angolo di torsione corrispondente alla sezione normale del dente.
α = angolo di pressione relativo al profilo normale del dente

Le spinte assiali sono di segno contrario sulle due ruote.

- Ingranaggi conici -
a denti diritti

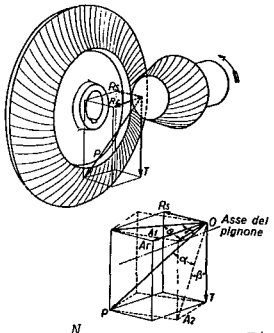


$T = 19107\ \frac{N}{Dn}$ Fig. 6

$Rs = T\ tg\ \alpha\ cos\ \gamma = 0{,}44\ T\ cos\ \gamma$
$Rr = T\ tg\ \alpha\ sen\ \gamma = 0{,}44\ T\ sen\ \gamma$
assumendo $\alpha = 23° - 24°$
D = diametro prim. della ruota.
α = angolo di pressione.
Per la ruota motrice:

$Rr = -Rs$, $Rs = Rr$

- Ingranaggi conici a
denti elicoidali -



$T = 19107\ \frac{N}{Dn}$ Fig. 7

Tabella dei valori delle componenti radiali ed assiali del carico in relazione al senso di rotazione e alla inclinazione dell'elica del pignone.

segue

segue: Sforzi generati da trasmissioni di potenza

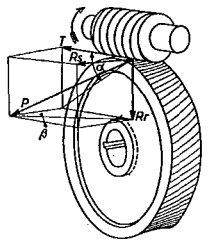
Pignone sp.	Pignone rot.	Componente radiale e assiale del carico
sin.	des.	$Rr = T\left(\frac{tg\alpha\ sen\gamma}{cos\ \beta} + tg\beta cos\gamma\right)$ $Rs = T\left(\frac{tg\alpha\ cos\gamma}{cos\ \beta} - tg\beta sen\gamma\right)$
des.	des.	$Rr = T\left(\frac{tg\alpha\ sen\gamma}{cos\ \beta} - tg\beta cos\gamma\right)$ $Rs = T\left(\frac{tg\alpha\ cos\gamma}{cos\ \beta} + tg\beta sen\gamma\right)$
sin.	sin.	$Rr = T\left(\frac{tg\alpha\ sen\gamma}{cos\ \beta} - tg\beta cos\gamma\right)$ $Rs = T\left(\frac{tg\alpha\ cos\gamma}{cos\ \beta} + tg\beta sen\gamma\right)$
des.	sin.	$Rr = T\left(\frac{tg\alpha\ sen\gamma}{cos\ \beta} + tg\beta cos\gamma\right)$ $Rs = T\left(\frac{tg\alpha\ cos\gamma}{cos\ \beta} - tg\beta sen\gamma\right)$

Il senso di rotazione si intende osservato guardando verso il vertice del pignone.
La Fig. 7 rappresenta una coppia con spirale (sp.) del pignone sinistra e senso di rotazione (rot.) destro. Anche qui come per le coniche a denti diritti, il pignone e sollecitato da forze:

$$\overline{R'r} = -\overline{Rs} \quad , \quad \overline{R's} = -\overline{Rr}$$

La R's cioe la componente che sollecita assialmente il pignone e generalmente centripeta nel secondo e terzo caso della tabella e centrifuga negli altri due.
Lo schema vettoriale della fig. 7 e quello usato per il calcolo delle formule della tabella. Le forze A_1 e A_2 e l'angolo θ sono grandezze ausiliarie

- Ingranaggio a vite -



Pignone:

$$T' = 19107\frac{N}{Dn}$$

$$R'r = \frac{T'tg\alpha}{tg\beta}$$

$$R's = \frac{T}{tg\beta}$$

Ruota

$$\overline{T} = -\overline{R's}$$
$$\overline{Rr} = -\overline{R'r}$$
$$\overline{Rs} = -\overline{T'}$$

Fig. 8

La fig. 8 rappresenta le forze applicate alla ruota condotta. α e l'angolo di pressione relativo al profilo del dente che si ottiene con una sezione normale all'asse della ruota.

- Velocita critiche di alberi - pieni di diametro d (figg.9 a 15)

$$E = 205940\ N/mm^2 \quad , \quad n = \frac{60\omega_c}{2\pi}$$

ω_c = velocita angolare critica
n_c = giri/min dell'albero corrispondente alla velocita critica.
n_0 = giri/min dell'albero corrispondente alla velocita critica per il caso in fig. 9.

$$n_c = n_0 = 205940\ \frac{d^2}{\sqrt{l^3 P}}$$

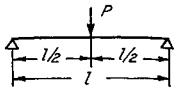


Fig. 9

$$n_c = n_0 \frac{l^2}{4 l_1 l_2}$$

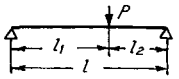


Fig. 10

$$n_c = \frac{1}{4} n_0$$

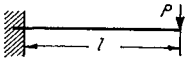


Fig. 11

$$n_c = 1{,}512\ n_0$$

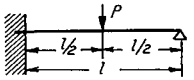


Fig. 12

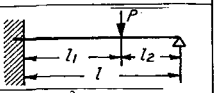


Fig. 13

$$n_c = \frac{n_0}{4}\sqrt{\frac{l^3}{l_1^3\left\{l_1 - \frac{l_1(l - l_1)^2}{4l^3}\right\}}}$$

$$n_c = 1{,}43\ n_0$$

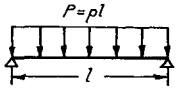


Fig. 14

$$n_c = 2{,}23\ n_0$$

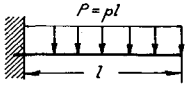


Fig. 15

Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

L'uso di una tabella di logaritmi a 6 cifre per tutte le combinazioni di ingranaggi compresi fra 16 denti e 120 denti, permette di risolvere facilmente qualsiasi problema di rapporti di velocita degli ingranaggi stessi.
Il rapporto di un ingranaggio si ottiene con d_2 d_1
Il logaritmo del rapporto si ottiene invece, sottraendo al log del numeratore il log del denominatore. Prendiamo ad esempio due ruote di 97 e 55 denti rispettivamente; il loro rapporto e:
(97 55 = 1,763636) 1,763636 a 1 (log di 1,763636 = 0,246409) con i log si ottiene:

log di 97 = 1,986772 -
log di 55 = 1,740363 =
log del rapp. = 0,246409

Nelle tabelle in corrispondenza del log 0,246409 si trova il rapporto 97 55.
La tabella contiene circa 5000 rapporti - 1,0084 1 (denti 120 e 119) e 7,5 1 (denti 120 e 16) realizzabili con due ruote, 12 milioni di combinazioni a quattro ruote, e 20 miliardi di combinazioni a sei ruote.

- Rapporti a due ruote -
Esempi di uso della tabella

Ricerca del numero dei denti di due ruote con rapporto di 2,532:1 log di 2,532 = 0,403464, dalla tabella si ha log di 119 47 = = 0,403449 che e il piu vicino al rapporto cercato.
L'errore nel rapporto risultera:

119 47 = 2,5319148;
2,532 - 2,5319148 = 0,000085.

Per risolvere problemi di ingranaggi, il rapporto e sempre ridotto all'unita; per esempio, quale ingranaggio si deve usare per guidare due alberi con rapporto di velocita 6,163 2,514 ?

6,163 2,514 = 2,451472 1
log di 2,451472 = 0,389427

dalla tabella si ha, log 76 .31= = 0,389452; l'errore nel rapporto sara:

76 31 = 2,451613;
2,451613 - 2,45472 = 0,000141

Una soluzione ancora piu semplice dello stesso problema e:

log di 6,163 = 0,789792 -
log di 2,514 = 0,400365 =
log del rapporto = 0,389427

dalla tabella si ha:
log 76 31 = 0,389452 ,
log dell'errore del rapporto:
0,389452 - 0,389427 = 0,000025

- Rapporti a quattro ruote -

Anche nell'uso dei rapporti a quattro ruote usando i log dei rapporti e possibile ottenere i risultati migliori.
Esempio: ricerca di quattro ruote che abbiano un rapporto di.

2,257341 1 ,
log di 2,257341 = 0,353597

Per ottenere una riduzione all'incirca uguale in ogni coppia di ruote si sceglierа nella tabella la prima coppia il cui log e circa la meta del log del rapporto, per esempio, log ,64 45=0,172862 sottraendo questo dal log del rapporto si trovera il log della seconda coppia:

0,353597 - 0,172862 = 0,180735

dalla tab. log 47 31= 0,180736 con errore di log = 0,000001.
Abbiamo ottenuto:

$$\frac{67}{45} \times \frac{47}{31} = \frac{3149}{1395} = 2{,}257347$$

errore del rapporto:

2,257347 - 2,257341 = 0,000006.

Non trovando sulla tabella una combinazione di ruote che uguagli il log del rapporto, si puo ricercare una combinazione a quattro ruote, invertendo il primo rapporto trovato sulla tabella.
Esempio: ricerca delle ruote per ottenere il rapporto di 615:614, log di 615= 2,788875-log di 614 = = 2,788168 = log del rapporto = = 0,000707

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

Dalle tabelle si sceglie un rapporto; per esempio, log 100 97= = 0,013228; a questo log si aggiunge il log del rapporto e cioe log 0,013228 + log 0,000707 = = log 0,013935 , dalla tabella il log piu vicino e:

log 95 92 = 0,013936.

Ora invertendo la prima coppia selezionata 100 97 e moltiplicando questa coppia invertita per il rapporto determinato 95 92 si ottiene il rapporto desiderato: 97.100x95:92 = 9215:9200 = 615:614

- Ruote conduttrici e condotte -

Le ruote di un rapporto, per es. 6,42 3,95 sono scelte nello stesso modo come le ruote per il rapporto inverso (3,95 6,42) Il log del numero più piccolo e sottratto dal log del numero piu grande per ottenere il log del rapporto.

Il primo termine di un rapporto di ingranaggi e usualmente considerato il conduttore.

Usando tavole di log non importa conoscere quale e la ruota conduttrice e quale la condotta.

Esse si determinano, dopo la loro scelta, confrontandole con il rapporto.

Esempio: l'albero secondario ha fatto 5,3526 giri, mentre il primario ne ha fatti 1,5192.

Determinare la forma della ruota primaria e della secondaria:

Forma secondaria:Forma primaria = = Veloc. second.·Veloc. primaria= = 5,3526 1,5192

log 5,3526 = 0,728565- log 1,5192= = 0,181615 = 0,54695 = = log Forma prim. Forma second.

Nella tabella il log piu vicino a 0,5469494 e uguale a 0,547012 con rapporto 74 21.

La primaria avra percio 74 denti, la secondaria 21.

Per l'errore si considera la velocita della primaria per il rapporto: 1,5192 x 74 21 = 5,3533; errore 0,0007

Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
120:16	0,875061	105:16	0,817069	104:17	0,786584	110:19	0,762639	94:17	0,742680
119:16	,871427	118:18	,816609	110:18	,786120	104:18	,761761	105:19	,742436
118:16	,867762	111:17	,814874	116:19	,785704	98:17	,760777	116:21	,742239
117:16	,864065	117:18	,812913	97:16	,782652	115:20	,759668	110:20	,740363
116:16	,860338	104:16	,812913	103:17	,782388	92:16	,759668	99:18	,740363
115:16	,856578	110:17	,810944	109:18	,782154	109:19	,758673	88:16	,740363
114:16	,822785	116:18	,809186	115:19	,781944	103:18	,757565	115:21	,738479
113:16	,848958	103:16	,808717	114:19	,778151	120:21	,756962	104:19	,738280
120:17	,848732	109:17	,806978	108:18	,778151	114:20	,755875	93:17	,738034
119:17	,845098	115:18	,805425	102:17	,778151	91:16	,754921	120:22	,736759
112:16	,845098	102:16	,804480	96:16	,778151	108:19	,754670	109:20	,766397
118:17	,841433	108:17	,802975	119:20	,774517	119:21	,753328	98:18	,735954
111:16	,841203	114:18	,801632	113:19	,774325	102:18	,753328	87:16	,735400
117:17	,837737	120:19	,800428	107:18	,774111	113:20	,752048	114:21	,734686
110:16	,837272	101:16	,800201	101:17	,773873	96:17	,751822	103:19	,734084
116:17	,834009	107:17	,798936	95:16	,773604	107:19	,750630	92:17	,733339
109:16	,833307	113:18	,797806	112:19	,770464	90:16	,750123	119:22	,733124
115:17	,830249	119:19	,796793	106:18	,770033	118:21	,749663	108:20	,732394
108:16	,829304	100:16	,795880	100:17	,769551	101:18	,749049	97:18	,731499
114:17	,826456	106:17	,794857	94:16	,769008	112:20	,748188	113:21	,730859
107:16	,825264	112:18	,793946	117:20	,767156	95:17	,747275	86:16	,730379
120:18	,823909	118:19	,793128	111:19	,766570	106:19	,746552	102:19	,729847
113:17	,822629	99:16	,791515	105:18	,765917	117:21	,745967	118:22	,729459
106:16	,821186	105:17	,790740	99:17	,765186	89:16	,745270	91:17	,728593
119:18	,820275	111:18	,790051	93:16	,764363	100:18	,744728	107:20	,728354
112:17	,818769	98:16	,787106	116:20	,763429	111:20	,744293	112:21	,726999

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
96:18	,726999	114:23	,695171	103:32	,670415	111:25	,647383	110:26	,626419	85:21	,607200
117:22	,725763	109:22	,695004	117:25	,670246	71:16	,647138	93:22	,626060	89:22	,606967
101:19	,725568	104:21	,694814	112:24	,669007	102:23	,646872	114:27	,625541	93:23	,606755
85:16	,725299	99:20	,694605	98:21	,669007	93:21	,646264	76:18	,625541	97:24	,606561
106:20	,724276	94:19	,694374	84:18	,669007	115:26	,645725	97:23	,625044	101:25	,606381
90:17	,723794	89:18	,694118	107:23	,667656	84:19	,645526	118:28	,624724	105:26	,606216
111:21	,723104	84:17	,693830	93:20	,667453	106:24	,645095	80:19	,624336	109:27	,606063
95:18	,722451	79:16	,693507	79:17	,667178	75:17	,644612	101:24	,624110	113:28	,605920
116:22	,722035	118:24	,691671	116.25	,666518	97:22	,644349	105:25	,623249	117:29	,605788
100:19	,721246	113:23	,691351	102:22	,666178	119:27	,644183	84:20	,623249	64:16	,602060
105:20	,720159	108:22	,691001	88:19	,665730	110:25	,643453	109:26	,622453	4:1	,602060
84:16	,720159	103:21	,690618	111:24	,665112	88:20	,643453	88:21	,622263	119:30	,598426
110:21	,719173	98:20	,690196	74:16	,665112	101:23	,642594	67:16	,621955	115:29	,598300
89:17	,718941	93:19	,689729	97:21	,664552	79:18	,642355	113:27	,621715	111:28	,598165
115:22	,718275	88:18	,689210	120:26	,664208	114:26	,641932	92:22	,621365	107:27	,598020
94:18	,717855	83:17	,688629	83:18	,663806	92:21	,641569	117:28	,621028	103:26	,597864
120:23	,717453	117:24	,687975	106:23	,663578	105:24	,640978	71:17	,620809	99:25	,597695
99:19	,716882	78:16	,687975	115:25	,662758	70:16	,640978	96:23	,620543	95:24	,597512
109:21	,715207	112:23	,687490	92:20	,662758	118:27	,640518	100:24	,619789	91:23	,597314
83:16	,714958	107:22	,686961	101:22	,661899	83:19	,640324	75:18	,619789	87:22	,597097
114:22	,714482	102:21	,686381	78:17	,661645	96:22	,639849	104:25	,619093	83:21	,596859
88:17	,714034	97:20	,685742	110:24	,661182	109:25	,639487	79:19	,618874	79:20	,596597
119:23	,713819	92:19	,685034	87:18	,660766	74:17	,638783	108:26	,618451	75:19	,596308
93:18	,713210	116:24	,684247	119:26	,660574	87:20	,638489	83:20	,618048	71.18	,595986
98:19	,712473	87:18	,684247	96:21	,660052	100:23	,638272	112:27	,617854	67:17	,595626
103:20	,711807	111:23	,683595	105:23	,659452	113:26	,638105	116,28	,617300	63:16	,595221
108:21	,711205	82:17	,683365	73:16	,659303	117:27	,636822	87:21	,617300	118:30	,594761
113:22	,710656	106:22	,682883	114:25	,658965	104:24	,636822	120:29	,616783	114:29	,594507
118:23	,710154	77:16	,682371	82:18	,658541	91:21	,636822	91:22	,616619	110:28	,594235
82:16	,709694	101:21	,682102	91:20	,658011	78:18	,636822	95:23	,615996	106:27	,593942
87:17	,709070	120:25	,681241	100:22	,657577	108:25	,635484	99:24	,615424	102:26	,593627
92:18	,708515	96:20	,681241	109:24	,657215	95:22	,635301	66:16	,615424	98:25	,593286
97:19	,708018	115:24	,680487	118:26	,656909	82:19	,635060	103:25	,614897	94:24	,522917
102:20	,707570	91:19	,680288	77:17	,656042	69:16	,634729	70:17	,614649	90:23	,592515
107:21	,707175	110:23	,679665	86:19	,655745	112:26	,634245	107:26	,614411	86:22	,592076
112:22	,706795	86:18	,679226	95:21	,655504	99:23	,633907	111:27	,613959	82:21	,591595
117:23	,706458	105:22	,678767	104:23	,655306	86:20	,633469	74:18	,613959	117:30	,591065
81:16	,704365	81:17	,678036	113:25	,655138	116:27	,633094	115:28	,613540	78:20	,591065
86:17	,704050	100:21	,677781	117:26	,653213	73:17	,632874	78:19	,613341	113:29	,590680
91:18	,703769	119:25	,677607	108:24	,653213	103:24	,632626	119:29	,613149	74:19	,590478
96:19	,703518	114:24	,676694	99:22	,653213	120:28	,632023	82:20	,612784	109:28	,590269
101:20	,703101	95:20	,676694	90:20	,633213	90:21	,632023	86:21	,612279	105:27	,589826
106:21	,703087	76:16	,676694	81.18	,633213	107:25	,631444	90:22	,611820	70:18	,589826
111:22	,702900	109:23	,675699	72:16	,653213	77:18	,631218	94:23	,611400	101:26	,589348
116:23	,702730	90:19	,675489	112:25	,651278	94:22	,630705	98:24	,611015	66:17	,589105
120:24	,698970	104:22	,674611	103:23	,651109	111:26	,630350	102:25	,610660	97:25	,588832
115:23	,688970	85:18	,674146	94:21	,650909	81:19	,629731	106:26	,610333	61.16	,588272
110:22	,688970	118:25	,673942	85:19	,650665	98:23	,629498	110:27	,610029	93:24	,588272
105:21	,689870	99:21	,673413	76:17	,650365	115:27	,639334	114:28	,609747	120:31	,587220
100:20	,698970	113:24	,672867	116:26	,649485	119:28	,628389	118:29	,609484	89:23	,587662
95:19	,698970	80:17	,672641	107:24	,649173	85:20	,628389	65:16	,608793	116:30	,587337
90:18	,698970	94:20	,672098	98:22	,648803	68:16	,628389	69:17	,608400	85:22	,586996
85:17	,698970	108:23	,671696	89:20	,648360	106:25	,627366	73:18	,608050	112:29	,586820
80:16	,698970	75:16	,670941	80:18	,647817	89:21	,627171	77:19	,607737	108:28	,586266
119:24	,695336	89:19	,670636	120:27	,647817	72:17	,626884	81:20	,607455	81:21	,586266

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
104:27	,585670	89:24	,569179	118:33	,553368	93:27	,537119	90:27	,522879	87:27	,508156
77:20	,585461	63:17	,568892	100:28	,552842	62:18	,537119	80:24	,522979	103:32	,507687
100:26	,585027	100:27	,568636	75:21	,552842	117:34	,536707	70:21	,522879	74:23	,507504
73:19	,584569	111:30	,568202	107:30	,552263	86:25	,536559	60:18	,522879	119:37	,507345
96:25	,584331	74:20	,568202	82:23	,552086	110:32	,536243	113:34	,521600	90:28	,507085
119:31	,584185	85:23	,567691	114:32	,551755	55:16	,536243	103:31	,521476	106:33	,506792
115:30	,583577	95:26	,567298	89:25	,551450	79:23	,535899	93:28	,521325	61:19	,506576
92:24	,583577	107:29	,566986	96:27	,550907	103:30	,535716	83:25	,521138	77:24	,506280
69:18	,583577	118:32	,566732	64:18	,550907	120:35	,535113	73:22	,520900	93:29	,506085
111.29	,582925	70:19	,566344	103:29	,550439	96:28	,533113	63:19	,520587	109:34	,505948
88:23	,582755	81.22	,566062	71.20	,550228	72:21	,535113	116:35	,520390	112:35	,505150
65:17	,582465	92:25	,565848	110:31	,550031	113:33	,534565	106:32	,520156	96:30	,505150
107:28	,582226	103:28	,565679	117:33	,549672	89:26	,534417	96:29	,519873	80:25	,505150
84:22	,581857	114:31	,565543	78:22	,549672	65:19	,534160	86:26	,519525	64:20	,505150
103:27	,581473	88:24	,564271	85:24	,549208	106:31	,533944	119:36	,519245	115:36	,504395
61:16	,581210	110:30	,564271	92:26	,548815	82:24	,533603	76:23	,519086	99:31	,504274
80:21	,580871	99:27	,564271	99:28	,548477	99:29	,533237	109:33	,518913	83:26	,504105
99:26	,580662	77:21	,564271	106:30	,548185	116:34	,532980	99:30	,518514	67:21	,503856
118:31	,580520	66:18	,564271	113:32	,547928	75:22	,532639	89:27	,518026	118:37	,503680
114:30	,579784	117:32	,563036	120:34	,547702	92:27	,532424	112:34	,517739	102:32	,503450
95:25	,579784	106:29	,562908	67:19	,547321	109:32	,532277	79:24	,517416	86:27	,503135
76:20	,579784	95:26	,562750	74:21	,547012	119:35	,531479	102:31	,517239	105:33	,502675
110:29	,578995	84:23	,562552	81.23	,546757	102:30	,531485	115:35	,516630	70:22	,502675
91:24	,578830	73:20	,562293	88:25	,546543	85:25	,531479	69:21	,516630	89:28	,502232
72:19	,578579	62:17	,561943	95:27	,546360	68:20	,531479	92:28	,516629	108:34	,501945
106:28	,578148	113:31	,561717	102:29	,546202	112:33	,530704	105:32	,516039	73:23	,501595
87:23	,577792	102:28	,561442	109:31	,546065	95:28	,530566	82:25	,515874	92:29	,501390
102:27	,577236	91:25	,561101	119:34	,544068	78:23	,530367	118:36	,515580	111.35	,501255
68:18	,577236	120:33	,560667	112:32	,544068	61:18	,530057	95:29	,515326	95:30	,500602
117:31	,576824	80:22	,560667	105:30	,544068	105:31	,529828	108:33	,514910	76:24	,500602
83:22	,576655	109:30	,560305	98:28	,544068	88:26	,529509	72:22	,514910	117:37	,499984
98:26	,576253	69:19	,560096	91:26	,544068	115:34	,529219	85:26	,514446	98:31	,499864
113:30	,575957	98:27	,559862	84:24	,544068	71:21	,529039	98:30	,514105	79:25	,499687
64:17	,575731	116:32	,559308	77:22	,544068	98:29	,528828	111:34	,513844	120:38	,499398
79:21	,575408	87:24	,559308	70:20	,544068	108:32	,528274	62:19	,513638	101:32	,499171
94:25	,575188	105:29	,559791	63:18	,544068	81:24	,528274	75:23	,513334	82:26	,498841
109:29	,575029	76:21	,558594	56:16	,544068	118:35	,527814	88:27	,513119	104:33	,498519
120:32	,574031	94:26	,558155	115:33	,542184	91.27	,527678	101:31	,512960	63:20	,498311
105:28	,574031	112:31	,557856	108:31	,542062	64:19	,527426	114:35	,512837	85:27	,498055
90:24	,574031	65:18	,557641	101:29	,541923	101:30	,527200	117:36	,511883	107:34	,497905
75:20	,574031	83:23	,557350	87:25	,541579	111:33	,526809	104:32	,511883	110:35	,497325
60:16	,574031	101:28	,557163	80:23	,541362	74:22	,526809	91:28	,511883	88:28	,497325
116:31	,573096	119:33	,557033	73:21	,541104	84:25	,526339	65:20	,511883	113:36	,496776
86:23	,522770	108:30	,556303	66:19	,540790	94:28	,525970	120:37	,510980	91:29	,496643
71.19	,572505	90:25	,556303	118:34	,540403	104:31	,525672	107:33	,510870	69:22	,496426
112:30	,572097	72:20	,556303	112:32	,500173	114:34	,525426	94:29	,510730	116:37	,496256
97:26	,511798	115:32	,555548	104:30	,539912	67:20	,525045	81:25	,510545	94:30	,496007
82:22	,571391	97:27	,555548	97:28	,539614	77:23	,524763	68:21	,510290	119:38	,495763
108:29	,571026	79:22	,555204	90:26	,539269	87:26	,524546	110:34	,509914	72:23	,495605
67:18	,570802	61:17	,554881	83:24	,538867	97:29	,524374	97:30	,509650	97:31	,495410
93:25	,570543	104:29	,554635	114:33	,538391	107:32	,524234	84:26	,509306	100:32	,494850
119:32	,570397	86:24	,554287	76:22	,538391	117:35	,524118	113:35	,509010	75:24	,494850
104:28	,569875	111:31	,553961	107:31	,538022	120:36	,522879	71:22	,508836	103:33	,494323
78:21	,569875	68:19	,553755	69:20	,537819	110:33	,522879	100:31	,508638	78:25	,494155
115:31	,569336	93:26	,553510	100:29	,537602	100:30	,522879	116:36	,508156	106:34	,403827

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
81:26	,493511	112:37	,481016	119:41	,462763	110:39	,450328	63:23	,437613	96:36	,425969
109:35	,493359	115:38	,480914	116:40	,462398	93:33	,449969	115:42	,437449	88:33	,425969
112:36	,492916	118:39	,480817	87:30	,462398	62:22	,449969	104:38	,437250	80:30	,425969
84:27	,492916	48:16	,477121	58:20	,462398	107:38	,449600	93:34	,437004	72:27	,425969
115:37	,492496	3:1	,477121	113:39	,462013	76:27	,449450	82:30	,436693	64:24	,425969
87:28	,492361	110:40	,473487	84:29	,461881	90:32	,449092	112:41	,436434	56:21	,425969
118:38	,492098	116:39	,473393	110:38	,461609	104:30	,448832	71.26	,436285	117·44	,424733
90:29	,491845	113:38	,473295	81:28	,461327	118:42	,448633	101:37	,436120	109:41	,424643
93:30	,491362	110:37	,473191	107:37	,461182	73:26	,448350	90:33	,435729	101:38	,424538
62:20	,491362	107:36	,473081	104:36	,461731	87:31	,448158	60:22	,435729	93:35	,424415
96:31	,490910	104:35	,472965	78:27	,460731	101:36	,448019	109:40	,435367	85:32	,424269
65:21	,490694	101:34	,472843	101:35	,460262	115:41	,447914	79:29	,435229	77:29	,424093
99:32	,490485	98:33	,472712	75:26	,460088	98:35	,447158	98:36	,434924	69:26	,423876
102:33	,490086	95:32	,472574	98:34	,459747	84:30	,447158	117·43	,434717	61:23	,423602
68:22	,490086	92:31	,472426	72:25	,459393	112:40	,447158	68:25	,434569	114:43	,423436
105:34	,489710	89:30	,472269	95:33	,459210	70:25	,447158	87:32	,434369	106:40	,423246
71:23	,489531	86:29	,472101	118:41	,459098	109:39	,446362	106:39	,434241	98:37	,423024
108:35	,489356	83:28	,471920	115:40	,458638	95:34	,446245	114:42	,433656	90:34	,422764
111:36	,489021	80:27	,471726	92:32	,458638	81:29	,446087	95:35	,433656	82:31	,422452
74:24	,489021	77:26	,471517	69:24	,458638	67:24	,445864	76:28	,433656	119:45	,422335
114:37	,488703	74:25	,471291	112:39	,458153	120:43	,445713	57:21	,433656	111:42	,422074
77:25	,488551	71:24	,471047	89:31	,458028	106:38	,445522	103:38	,433054	74:28	,422074
117:38	,488402	68:23	,470781	66:23	,457816	92:33	,445274	84:31	,432918	103:39	,421773
120:39	,488117	65:22	,470491	109:38	,457643	117·42	,432702	65:24	,432702	95:36	,421421
80:26	,488117	62:21	,470172	86:30	,453777	78:28	,444937	111:41	,432539	87:33	,421005
83:27	,487714	118:40	,469822	106:37	,457104	103:37	,444636	92:34	,432309	58:22	,421005
86:28	,487341	115:39	,469633	63:22	,456918	64:23	,444452	119:44	,432094	108:41	,420640
89:29	,486992	112:38	,469434	83:29	,456680	89:32	,444240	73:27	,431959	79:30	,420506
92:30	,486667	109:37	,469225	103:36	,456535	114:41	,444121	100:37	,431798	100:38	,420216
95:31	,486362	106:36	,469003	120:42	,455932	100:36	,443698	108:40	,431364	71:27	,419895
98:32	,486076	103:35	,468769	100:35	,455932	75:27	,443698	81:30	,431364	92:35	,419720
101:33	,485808	100:34	,468521	80:28	,455932	111:40	,443263	54:20	,431364	113:43	,419610
104:34	,485554	97:33	,468258	60:21	,455932	86:31	,443137	116:43	,430990	105:40	,419130
107:35	,485316	94:32	,467978	117·41	,455402	61:22	,442907	89:33	,430876	63:24	,419130
110:36	,485090	91:31	,467680	97:34	,455293	97:35	,442704	62:23	,430664	84:32	,419129
113:37	,484877	88:30	,467361	77:27	,455127	72:26	,442359	97:36	,430469	118:45	,418670
116:38	,484674	85:29	,467021	114:40	,454845	108:39	,442359	105:39	,430125	97:37	,418570
119:39	,484482	82:28	,466656	94:33	,454614	119:43	,442079	70:26	,430125	76:29	,418416
61:20	,484300	120:41	,466397	111:39	,454258	83:30	,441957	113:42	,429829	55:21	,418143
64:21	,483961	79:27	,466263	74:26	,454258	94:34	,441649	78:29	,429697	89:34	,417911
67:22	,483652	117·40	,466126	91:32	,453891	105:38	,441406	86:32	,429349	102:39	,417536
70:23	,483370	114:39	,465840	71:25	,453318	58:21	,441209	94:35	,429060	68:26	,417536
73:24	,483112	76:26	,465840	88:31	,453121	69:25	,440909	102:38	,428817	115:44	,417245
76:25	,482874	111:38	,465539	105:37	,452988	80:29	,440692	110:41	,428609	81:31	,417123
79:26	,482654	73:25	,465383	119:42	,452298	91:33	,440528	59:22	,428429	94:36	,416825
82:27	,482450	108:37	,465222	102:36	,452298	102:37	,440399	67:25	,428135	107·41	,416600
85:28	,482261	70:24	,464887	85:30	,452298	113:41	,440295	75:28	,427903	60:23	,416424
88:29	,482085	102:35	,464532	68:24	,452298	99:36	,439333	83:31	,427716	73:28	,416165
91:30	,481920	67:23	,464347	116:41	,451674	88:32	,439333	91:34	,427563	86:33	,415985
94:31	,481766	99:34	,464156	99:35	,451567	77:28	,439933	99:37	,427434	99:38	,415852
97:32	,481622	96:33	,463757	82:29	,451416	118:43	,438414	107·40	,427324	112:43	,415750
100:33	,481486	64:22	,463757	65:23	,451186	107:39	,438319	115:43	,427229	117:45	,414973
103:34	,481358	93:32	,463333	113:40	,451018	96:35	,438203	120:45	,425969	91:35	,414973
106:35	,481237	61:21	,463111	96:34	,450792	85:31	,438057	112:42	,425969	78,30	,414973
109:36	,481124	90:31	,462881	79:28	,450469	74,27	,437868	104:39	,425969	52:20	,414973

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
109:42	,414177	81:32	,403335	108:44	,389971	96:40	,380211	115:49	,370501	94:41	,360344
96:37	,414070	86:34	,403020	81:33	,389971	84:35	,380211	61:26	,370357	55:24	,360152
83:22	,413928	91:36	,402739	54:22	,389971	72:30	,380211	68:29	,370111	71:31	,359897
70:27	,413734	96:38	,402488	103:42	,389588	60:25	,380211	75:32	,369911	87:38	,359736
57:22	,413452	101:40	,402261	76:31	,389452	48:20	,380211	82:35	,369746	103:45	,359625
101:39	,413257	53:21	,402057	98:40	,389166	115:48	,379457	89:38	,369606	119:52	,359544
88:34	,413004	111:44	,401870	49:20	,389166	103:43	,379369	96:41	,369487	112:49	,359022
119:46	,412789	58:23	,401700	120:49	,388985	91:38	,379258	103:44	,369385	96:42	,359022
75:29	,412663	63:25	,401401	71:29	,388860	79:33	,379113	110:47	,369295	80:35	,359022
106:41	,412522	68:27	,401145	93:38	,388699	67:28	,378916	117:50	,369216	64:28	,359022
62:24	,412180	73:29	,400925	115:47	,388600	55:23	,378635	119:51	,367977	48:21	,359022
93:36	,412180	78:31	,400733	110:45	,388180	98:41	,378442	105:45	,367977	105:46	,358432
111:43	,411855	83:33	,404564	88:36	,388180	86:36	,378196	98:42	,367977	89:39	,358325
80:31	,411728	88:35	,400415	66:27	,388180	117·49	,377990	91.39	,367977	73:32	,358173
98:38	,411443	93:37	,400281	105:43	,387721	74:31	,377870	84:36	,367977	57:25	,357935
116:45	,412146	98:39	,400162	83:34	,387599	105:44	,377737	77:33	,367977	98:43	,357758
67:26	,411102	103:41	,400053	61:25	,387390	93:39	,377418	70:30	,367977	82:36	,357511
85:33	,410905	108:43	,399955	100:41	,387216	62:26	,377418	63:27	,367977	107·47	,357286
103:40	,410777	113:45	,399866	117·48	,386945	112:47	,377120	56:24	,367977	66:29	,357146
90:35	,410175	118:47	,399784	78:32	,386945	81:34	,377006	49:21	,367977	91:40	,356981
72:28	,410175	40:16	,397940	95:39	,386659	100:42	,376751	114:49	,366709	116:51	,356888
54:21	,410175	2,5.1	,307940	112:46	,386460	50:21	,376751	107:46	,366626	75:33	,356547
113:44	,409626	117·47	,396088	56:23	,386460	119:50	,376577	100:43	,366532	50:22	,356547
95:37	,409522	112:45	,396006	73:30	,386202	69:29	,376451	93:40	,366423	100:44	,356547
77:30	,409369	107·43	,395915	90:37	,386041	88:37	,376281	86:37	,366297	109:48	,356185
59:23	,409124	102:41	,395816	107·44	,385931	107·45	,376171	79:34	,366148	84:37	,356078
100:39	,408935	97:39	,395707	102:42	,385351	95:40	,375664	72:31	,365971	59:26	,355879
82:32	,408664	92:37	,395586	119:49	,385351	76:32	,375664	65:28	,365755	93:41	,355699
105:41	,408405	87:35	,395451	85:35	,385351	57:24	,375664	58:25	,365488	102:45	,355388
64:25	,408240	82:33	,395300	68:28	,385351	102:43	,375132	109:47	,365329	68:30	,355388
87:34	,408040	77:31	,395129	51:21	,385351	83:35	,375010	102:44	,365148	111:49	,355127
110:43	,407924	72:29	,394935	114:47	,384807	64:27	,374816	95:41	,364940	77:34	,355012
115:45	,407485	67:27	,394711	97·40	,384712	109:46	,374669	88:38	,364700	120:53	,354905
92:36	,407485	62:25	,394452	80:33	,384576	90:38	,374459	81:35	,364417	86:38	,354715
69:27	,407485	119:48	,394306	63:26	,384367	116:49	,374262	118:51	,364312	95:42	,354474
120:47	,407083	57:23	,394147	109:45	,384214	71:30	,374137	111:48	,364082	52:23	,354276
97:38	,406988	109:44	,393974	92:38	,384004	97·41	,373988	74:32	,364082	113:50	,354108
74:29	,406834	52:21	,393784	75:31	,383700	78:33	,373581	104:45	,363821	61:27	,353966
51:20	,406540	99:40	,393575	104:43	,383565	52:22	,373581	67:29	,363677	70:31	,353736
79:31	,406265	94:38	,393344	87:36	,383217	111:47	,373225	90:39	,363178	79:35	,353559
107·42	,406135	89:36	,393088	58:24	,383217	85:36	,373116	60:26	,363178	88:39	,353418
84:33	,405765	84:34	,392800	99:41	,382851	59:25	,372912	113:49	,362882	97:43	,353303
56:22	,405765	79:32	,392477	70:29	,382700	92:39	,372723	53:23	,362548	106:47	,353208
117·46	,405428	116:47	,393260	111:46	,382565	66:28	,372386	76:33	,362300	115:51	,353128
89:53	,405322	111:45	,392111	82:34	,382335	99:42	,372386	99:43	,362167	117:52	,352183
61:24	,405119	74:30	,392111	94:39	,382063	106:45	,372093	115:50	,361728	108:48	,352183
94:37	,404926	106:43	,391837	53:22	,381853	73:31	,371961	92:40	,371728	99:44	,352183
99:39	,404571	69:28	,391691	118:49	,381686	113:48	,371837	69:30	,361728	90:40	,352183
66:26	,404571	101:41	,391538	65:27	,381550	120:51	,371611	46:20	,361728	81:36	,352183
104:41	,404249	96:39	,391207	77:32	,381341	80:34	,371611	108:47	,361326	72:32	,352183
71:28	,404100	64:26	,391207	89:37	,381188	87:37	,371318	85:37	,361217	63:28	,352183
109:43	,403958	91:37	,390840	101:42	,381072	94:40	,371068	62:27	,361028	45:20	,352183
114:45	,403692	59:24	,390641	113:47	,380981	47:20	,371068	101:44	,360869	119:53	,351271
76:30	,403692	86:35	,390431	120:50	,380211	101:43	,370853	117:51	,360616	110:49	,351197
119:47	,403449	113:46	,390321	108:45	,380211	54:23	,360666	78:34	,360616	101:45	,351109

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
92:41	,351004	103:47	,340739	73:34	,331844	82:39	,322749	103:50	,313867	91:45	,305829
83:37	,350876	92:42	,340539	88:41	,331699	103:49	,322641	105:51	,313619	93:46	,305725
74:33	,350718	46:21	,340539	103:48	,331596	105:50	,322219	70:34	,313619	95:47	,305626
65:29	,350515	81:37	,340283	118:55	,331519	84:40	,322219	107:52	,313381	97·48	,305531
56:25	,350248	116:53	,340182	105:49	,330993	63:30	,322219	72:35	,313265	99:49	,305439
103:46	,350079	105:48	,339948	90:42	,330993	42:20	,322219	109:53	,313151	101:50	,305351
94:42	,349879	70:32	,339948	75:35	,330993	107:51	,321814	74:36	,312929	103:51	,305267
85:38	,349635	94:43	,339659	60:28	,330993	86:41	,321715	111,54	,312929	105:32	,305186
114:51	,349335	118:54	,339488	45:21	,330993	65:31	,321552	113:55	,312716	107:53	,305108
76:34	,349335	59:27	,339488	107:50	,330414	109:52	,321423	76:37	,312612	109:54	,305033
105:47	,349091	83:38	,339295	92:43	,330319	88:42	,321233	115:56	,312510	111:55	,304960
67:30	,348954	107·49	,339188	77:36	,330188	44:21	,321233	117:57	,312311	113:56	,304890
96:43	,348803	120:55	,338819	62:29	,329994	111:53	,321047	78:38	,312311	115:57	,304823
87:39	,348455	96:44	,338819	109:51	,329855	67:32	,320925	119:58	,312119	117:58	,304758
58:26	,348455	72:33	,338819	94:44	,329675	90:43	,320774	80:39	,312025	119:59	,304695
107:48	,348143	48:22	,338819	47:22	,329675	113:54	,320685	82:40	,311754	32:16	,301030
78:35	,348027	109:50	,338457	79:37	,329425	115:55	,310335	41:20	,311754	2:1	,301030
98:44	,347773	85:39	,338354	111:52	,329320	92:44	,320335	84:41	,311495	119:60	,297396
49:22	,347773	61:28	,338172	96:45	,329059	69:33	,320335	86:42	,311249	117:59	,297334
118:53	,347606	98:45	,338014	64:30	,329059	46:22	,320335	43:21	,311249	115:58	,297270
69:31	,347487	111:51	,337753	113:53	,328803	117:56	,319998	88:43	,311014	113:57	,297204
89:40	,347330	74:34	,337753	81:38	,328701	71:34	,319779	90:44	,310790	111:56	,297135
109:49	,347230	87:40	,337473	98:46	,328468	119:57	,319672	45:22	,310790	109:55	,297064
100:45	,346788	100:46	,337242	115:54	,328304	96:46	,319513	92:45	,310575	107:54	,296990
80:36	,346788	113:52	,337075	66:31	,328182	73:35	,319255	94:46	,310370	105:53	,296913
60:27	,346788	63:29	,336943	83:39	,328014	98:47	,319138	96:47	,310173	103:52	,296833
111:50	,346353	76:35	,336746	100:47	,327902	100:48	,318759	98:48	,309985	101:51	,296751
91:41	,346258	89:41	,336606	117:55	,327823	75:36	,318759	100:49	,309804	99:50	,296665
51:23	,345842	102:47	,336502	119:56	,327359	102:49	,318404	102:50	,309630	97·49	,296576
113:51	,345508	115:53	,336422	85:40	,327359	77:37	,318289	51:25	,309360	95:48	,296482
93:42	,345234	117:54	,335792	68:32	,327359	52:25	,318063	104:51	,309463	93:47	,296385
62:28	,345234	91:42	,335792	51:24	,327359	79:38	,317844	53:26	,309303	91:46	,296284
104:47	,344935	78:36	,335792	104:49	,326837	106:51	,317736	108:53	,309148	.89:45	,296178
73:33	,344809	65:30	,335792	87·41	,326735	81:39	,317420	55:27	,308999	87·44	,296067
115:52	,344695	52:24	,335792	70:33	,326584	110:53	,317117	112:55	,308855	85:43	,295950
84:38	,344496	119:55	,335184	89:42	,326141	83:40	,317018	57:28	,308717	83:42	,295829
95:43	,344255	106:49	,335110	108:51	,325854	112:54	,316824	116:57	,308383	81:41	,295701
53:24	,344065	93:43	,335014	72:34	,325854	85:41	,316635	59:29	,308454	79:40	,295567
117:53	,343910	80:37	,334888	91:43	,325573	114:55	,316542	118:58	,308454	77:39	,295426
64:29	,343782	67:31	,334713	55:26	,325389	87·42	,316270	120:59	,308329	75:38	,295278
75:34	,343582	54:25	,334454	74:35	,325164	58:28	,316270	61:30	,308209	73:37	,295121
86:39	,343434	95:44	,334271	93:44	,325030	118:57	,316007	63:31	,307979	71:36	,294956
97:44	,343319	82:38	,334030	112:53	,324942	89:43	,315922	65:32	,307763	69:35	,294781
108:49	,343228	110:51	,333823	95:45	,324511	120:58	,315753	67:33	,307561	67:34	,294596
119:54	,343153	69:32	,333699	76:36	,324511	60:29	,315753	69:34	,307370	65:33	,294400
99:45	,342423	97·45	,333559	57:27	,324511	91:44	,315589	71:35	,307190	63:32	,294191
88:40	,342423	84:39	,333215	116:55	,324095	93:45	,315270	73:36	,307020	61:31	,293968
77:35	,342423	56:26	,333215	97·46	,324014	62:30	,315270	75:37	,306860	120:61	,293851
66:30	,342423	99:46	,332877	78:37	,323893	95:46	,314966	77:38	,306707	59:30	,293731
55:25	,342423	71:33	,332744	59:28	,323694	64:31	,314818	79:39	,306563	116:59	,293606
112:51	,341648	114:53	,332629	99:47	,323537	97·47	,314674	81:40	,306425	57:29	,293477
101:46	,341564	86:40	,332439	120:57	,323306	99:48	,314394	83:41	,306294	112:57	,293343
90:41	,341459	43:20	,332439	80:38	,323306	66:32	,314394	85:42	,306170	55:28	,293205
79:36	,341325	101:47	,332224	101:48	,323080	101:49	,314125	87·43	,306051	108:55	,293061
57:26	,340902	58:27	,332064	61:29	,322932	68:33	,313995	89:44	,505937	53:27	,292912

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
104:53	,292757	75:39	,283997	98:52	,275223	87·47	,267421	69:38	,259066	91:52	,251471
51:26	,292597	98:51	,283656	81:43	,275017	111:60	,267172	118:65	,258969	66:37	,251342
100:51	,292430	73:38	,283540	113:60	,274927	74:40	,267172	98:54	,258832	107:60	,251233
98:50	,292256	96:50	,283301	96:51	,274701	37:20	,267172	78:43	,258626	82:46	,251056
96:49	,292075	119:62	,283155	64:34	,274701	98:53	,266950	107:59	,258532	98:55	,250863
94:48	,291887	71:37	,283057	111:59	,274471	61.33	,266816	116:64	,258278	57:32	,250725
92:47	,291690	94:49	,282932	79:42	,274378	85:46	,266661	87·48	,258278	73:41	,250539
90:46	,291485	117:61	,282856	94:50	,274158	109:59	,266575	58:32	,258278	89:50	,250420
88:45	,291270	92:48	,282547	109:58	,273999	96:52	,266268	96:53	,257995	105:59	,250337
86:44	,291046	69:36	,282547	62:33	,273878	72:39	,266268	67:37	,257873	112:63	,249878
84:43	,290811	113:59	,282226	77·41	,273707	107:58	,265956	105:58	,257761	96:54	,249878
82:42	,290565	90:47	,282145	92:49	,273592	118:64	,265702	38:21	,257564	80:45	,249878
41.21	,290565	67:35	,282007	107:57	,273509	59:32	,265702	76:42	,257564	64:36	,249878
80:41	,200306	111:58	,281895	120:64	,273001	94:51	,265558	85:47	,257321	119:67	,249472
119:61	,290217	88:46	,281725	105:56	,273001	70:38	,265314	94:52	,257125	103:58	,249009
78:40	,290035	109:57	,281552	90:48	,273001	116:63	,265118	103:57	,256962	87·49	,249323
39:20	,290035	65:34	,281435	75:40	,273001	81:44	,265032	112:62	,256826	71:40	,249198
115:58	,289846	86:45	,281286	60:32	,273001	92:50	,264818	56:31	,256826	110:62	,249001
76:39	,289749	107:56	,281196	118:63	,272542	103:56	,264649	65:36	,256611	55:31	,249001
113:58	,289650	84:44	,280827	103:55	,272475	68:37	,264307	74:41	,256448	94:53	,248852
111:57	,289448	63:33	,280827	88:47	,272385	79:43	,264159	83:46	,256320	117:66	,248642
74:38	,289448	103:54	,280443	73:39	,272258	90:49	,264046	92:51	,256218	78:44	,248642
109:56	,289239	82:43	,280345	58:31	,272066	101:55	,263959	101:56	,256133	101:57	,248447
72:37	,289131	61:32	,280180	101:54	,271928	112:61	,263888	110:61	,256063	62:35	,248324
107:55	,289021	101:53	,280046	86:46	,271741	110:60	,263241	119:66	,256003	85:48	,248178
70:36	,288796	80:42	,279841	114:61	,271575	99:54	,263241	99:55	,255273	108:61	,248094
103:53	,288561	40:21	,279841	99:53	,271360	88:48	,263141	90:50	,255273	115:65	,247785
68:35	,288441	99:52	,279632	112:60	,271067	77·42	,263241	81:45	,255273	92:52	,247785
101:52	,288318	59:31	,279490	84:45	,271067	66:36	,263241	72:40	,255273	69:39	,247785
66:34	,288065	78:41	,279311	56:30	,271067	55:30	,263241	63:35	,255273	99:56	,247447
99:51	,288065	97:51	,279202	97:52	,270768	119:65	,262634	54:30	,255273	76:43	,247345
97:50	,287802	116:61	,279161	69:37	,270647	108:59	,262572	115:64	,254518	106:60	,247155
64:33	,287666	95:50	,278754	110:59	,270541	97:53	,262496	106:59	,254454	53:30	,247155
95:49	,287528	76:40	,278754	82:44	,270361	86:47	,262401	97:54	,254378	83:47	,246980
93:48	,287242	57:30	,278754	41:22	,270361	75:41	,262277	88:49	,254287	113:64	,246898
62:32	,287242	38:20	,278754	95:51	,270153	64:35	,262112	79:44	,254174	120:68	,246672
91:47	,286944	112:59	,278366	54:29	,269996	53:29	,261878	70:39	,254033	90:51	,246672
120:62	,286790	93:49	,278287	67:36	,269772	95:52	,261720	61:34	,253851	60:34	,246672
89:46	,286632	74:39	,278167	80:43	,269622	84:46	,261522	113:63	,253738	97:55	,246409
118:61	,286552	55:29	,277965	93:50	,269513	115:63	,261357	52:29	,253605	67:38	,246291
116:60	,286307	91:48	,277800	106:57	,269431	73:40	,261262	95:53	,253448	104:59	,246181
58:30	,286307	108:57	,277549	119:64	,269367	104:57	,261158	86:48	,253257	111:63	,245982
114:59	,286053	72:38	,277549	117:63	,268845	62:34	,260913	120:67	,253106	74:42	,245982
85:44	,285966	89:47	,277292	91:49	,268845	93:51	,260912	77·43	,253022	37:21	,245982
56:29	,285790	53:28	,277118	78:42	,268845	113:62	,260687	111:62	,252931	118:67	,245807
83:43	,285610	87·46	,276762	65:35	,268845	82:45	,260601	102:57	,252725	81:46	,245727
110:57	,285518	104:55	,276671	52:28	,268845	51:28	,260412	68:38	,522725	88:50	,245513
81:42	,285236	119:63	,276207	39:21	,268845	71:39	,260194	93:52	,252480	95:54	,245330
54:28	,285235	85:45	,276207	115:62	,268306	91:50	,260071	118:66	,252338	51:29	,245172
106:55	,284943	68:36	,276206	102:55	,268238	111:61	,259993	59:33	,252338	109:62	,245035
79:41	,284843	117:62	,275794	89:48	,268149	100:55	,259637	84:47	,252181	58:33	,244914
52:27	,284640	100:53	,275724	76:41	,268030	80:44	,259637	109:61	,252097	65:37	,244712
77·40	,284431	100:53	,275625	63:34	,267862	40:22	,259637	100:56	,251812	72:41	,244549
102:53	,284324	66:35	,275476	113:61	,267749	109:60	,259275	75:42	,251812	79:45	,244415
100:52	,283997	115:61	,275368	100:54	,267606	89:49	,259194	116:65	,251545	86:49	,244302

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
93:53	,244207	69:40	,236789	78:46	,229337	80:48	,221849	100:61	,214670	50:31	,207608
100:57	,244125	119:69	,236698	100:59	,229148	75:45	,221849	118:72	,214550	79:49	,207431
107:61	,244054	100:58	,236572	61:36	,229027	70:42	,221849	59:36	,214550	108:67	,207349
114:65	,243992	50:29	,236572	83:49	,228882	65:39	,221849	77·47	,214393	87:54	,207126
119:68	,243038	81:47	,236387	105:62	,228798	90:36	,221849	95:58	,214296	58:36	,207126
112:64	,243038	112:65	,236305	110:65	,228479	55:33	,221849	113:69	,214229	29:18	,207126
98:56	,243038	62:36	,236089	88:52	,228479	50:30	,221849	90:55	,213880	95:59	,206872
91:52	,243038	93:54	,236089	66:39	,228479	118:71	,220624	72:44	,213880	66:41	,206760
84:48	,243038	105:61	,235860	115:68	,228187	113:68	,220570	54:33	,213880	103:64	,206657
77:44	,243038	74:43	,235763	93:55	,228120	108:65	,220510	36:22	,213880	111:69	,206474
70:40	,243038	117:68	,235677	71:42	,228009	103:62	,220446	103:63	,213497	74:46	,206474
63:36	,243038	86:50	,235529	120:71	,227923	98:59	,220374	67·41	,213291	110:74	,206315
35:20	,243038	98:57	,235351	98:58	,227798	93:56	,220295	116:71	,213200	82:51	,206244
117:67	,242111	110:64	,235213	76:45	,227601	88:53	,220207	98:60	,213075	90:56	,206055
110:63	,242052	55:32	,235213	103:61	,227507	83:50	,220109	49:30	,213075	98:61	,205896
103:59	,241985	67:39	,235010	81:48	,227244	78:47	,219997	80:49	,212894	53:33	,205762
96:55	,241909	79:46	,234869	54:32	,227244	73:44	,219870	111:68	,212814	114:71	,205647
89:51	,241820	91:53	,234766	113:67	,227004	68:41	,219725	93:57	,212608	61:38	,205546
82:47	,241716	103:60	,234686	86:51	,226928	63:38	,219557	62:38	,212608	69:43	,205380
75:43	,241593	115:67	,234623	59:35	,226784	58:35	,219360	106:65	,212393	77·48	,205250
68:39	,241444	96:56	,234083	91:54	,226648	111:67	,219248	75:46	,212304	85:53	,205143
61:35	,241262	84:49	,234083	64:38	,226396	53:32	,219126	119:73	,212224	93:58	,205055
115:66	,241154	72:42	,234083	96:57	,226496	101:61	,218992	88:54	,212089	101:63	,204981
108:62	,241032	60:35	,234083	101:60	,226170	96:58	,218843	101:62	,211930	109:68	,204918
54:31	,241032	113:66	,233535	69:41	,226065	91:55	,218679	57:35	,211807	117:73	,204863
101:58	,240893	101:59	,233469	106:63	,225965	86:52	,218495	70:43	,211630	96:60	,204120
94:54	,240734	89:52	,233388	111:66	,225779	81:49	,218289	96:59	,211419	88:55	,204120
87:50	,240549	77·45	,233278	74:44	,225779	119:72	,218215	109:67	,211352	80:50	,204120
120:69	,240332	65:38	,233130	116:69	,225609	76:46	,218056	117:72	,210853	72:45	,204120
80:46	,240332	118:69	,233033	79:47	,225529	109:66	,217883	91:56	,210853	64:40	,204120
113:65	,240165	53:31	,232914	84:50	,225309	71:43	,217790	78:48	,210853	56:35	,204120
73:42	,240074	94:55	,232765	89:53	,225114	104:63	,217693	65:40	,210853	32:20	,204120
106:61	,239976	82:48	,232573	94:56	,224940	66:40	,217484	112:69	,210369	115:72	,203365
99:57	,239760	111:65	,232410	99:59	,224783	94:57	,217253	99:61	,210305	107:67	,203309
66:38	,239760	70:41	,232314	52:31	,224642	61:37	,217128	85:53	,210223	99:62	,203244
92:53	,239512	87:51	,231949	109:65	,224513	89:54	,216996	73:45	,210110	91:57	,203167
59:34	,239373	58:34	,231949	114:68	,224396	117:71	,216928	120:74	,209950	83:52	,203075
85:49	,239223	104:61	,231704	57:34	,224396	112:68	,216709	60:37	,209950	75:47	,202963
111:64	,239143	75:44	,231608	119:71	,224289	84:51	,216709	107:66	,209840	67·42	,202826
78:45	,238882	92:54	,231394	62:37	,224190	56:34	,216709	94:58	,209700	59:37	,202650
52:30	,238882	109:64	,231247	67·40	,224015	107:65	,216470	81:50	,209515	110:69	,202544
97:56	,238584	63:37	,231139	72:43	,223664	79:48	,216386	115:71	,209440	51:32	,202420
71:41	,238474	80:47	,230992	77·46	,223733	102:62	,216209	68:42	,209260	94:59	,202276
116:67	,238383	97:57	,230897	82:49	,223618	51:31	,216209	34:21	,209260	86:54	,202105
90:52	,238239	114:67	,230830	87:52	,223516	74:45	,216019	89:55	,209027	78:49	,201899
109:63	,238086	85:50	,230449	92:55	,223425	97:59	,215920	55:34	,208884	113:71	,201820
64:37	,237978	68:40	,230449	97:58	,223344	120:73	,215858	76:47	,208716	105:66	,201645
83:48	,237837	51.30	,230449	102:61	,223270	115:70	,215600	97:60	,208620	70:44	,201645
102:59	,237748	107:63	,230043	107:64	,223204	92:56	,215600	118:73	,208559	97:61	,201442
95:55	,237361	90:53	,229967	112:67	,223143	69:42	,215600	84:52	,208276	62:39	,201327
76:44	,237361	73:43	,229854	117:70	,223088	110:67	,215318	63:39	,208276	89:56	,201202
57:33	,237361	112:66	,229674	100:60	,221849	87:53	,215243	113:70	,207980	116:73	,201135
38:22	,237361	56:33	,229674	95:57	,221849	64:39	,215115	92:57	,207913	108:68	,200915
107:62	,236992	95:56	,229536	90:54	,221849	105:64	,215009	71:44	,207806	81:51	,200915
88:51	,236913	117:69	,229337	85:51	,221849	82:50	,214844	100:62	,207608	54:34	,200915

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
100:63	,200660	111.71	,194065	57:37	,187673	76:50	,181844	85:57	,173544
73:46	,200565	100:64	,193820	77:50	,187521	117:77	,181695	82:55	,173451
119:75	,200486	75:48	,193820	97:63	,187431	79:52	,181624	79:53	,173351
92:58	,200360	50:32	,193820	117:76	,187372	120:79	,181554	76:51	,173243
111:70	,200225	114:73	,193582	100:65	,187087	82:54	,181420	73:49	,173127
65:41	,200130	89:57	,193515	80:52	,187087	85:56	,181231	70:47	,173000
84:53	,200003	64:41	,193396	60:39	,187087	88:58	,181055	67:45	,172862
103:65	,199924	103:66	,193293	103:67	,186762	91:60	,180890	64:43	,172712
114:72	,199572	117:75	,193125	83:54	,186684	94:62	,180736	61:41	,172546
95:60	,199572	78:50	,193125	63:41	,186557	47:31	,180736	119:80	,172457
76:48	,199572	92:59	,192936	106:69	,186457	97:64	,180592	58:39	,172363
57:36	,199572	53:34	,192797	86:56	,186311	100:66	,180456	113:76	,172265
106:67	,199231	120:77	,192691	109:71	,186168	50:33	,180482	55:37	,172161
87:55	,199157	67:43	,192606	66:43	,186075	103:68	,180328	107:72	,172051
68:43	,199040	81:52	,192482	89:58	,185962	106:70	,180208	104:70	,171935
117:74	,198954	95:61	,192394	112:73	,185895	53:35	,180208	52:35	,171935
98:62	,198834	109:70	,192329	115:75	,185637	109:72	,180094	101:68	,171813
49:31	,198834	112:72	,191886	92:60	,185637	112:74	,179986	98:66	,171682
79:50	,198657	98:63	,191886	69:45	,185637	56:37	,179986	49:33	,171682
109:69	,198577	84:54	,191886	46:30	,185637	115:76	,179884	95:64	,171544
90:57	,198368	70:45	,191886	118:77	,185391	118:78	,179787	92:62	,171396
60:38	,198368	56:36	,191886	95:62	,185332	59:39	,179787	46:31	,171396
101:64	,198141	115:74	,191466	72:47	,185235	62:41	,179608	89:60	,171239
71:45	,198046	101:65	,191408	98:64	,185046	65:43	,179445	86:58	,171071
112:71	,197960	87:56	,191331	49:32	,185046	68:45	,179296	83:56	,170890
82:52	,197811	73:47	,191225	75:49	,184865	71:47	,179160	120:81	,170696
93:59	,197631	59:38	,191068	101:66	,184778	74:49	,179036	80:54	,170696
52:33	,197489	104:67	,190959	104:68	,184524	77:51	,178921	117:79	,170559
115:73	,197375	90:58	,190815	78:51	,184524	80:53	,178814	77:52	,170487
63:40	,197281	76:49	,190618	52:34	,184524	83:55	,178715	114:77	,170414
74:47	,197134	107:69	,190535	107:70	,184286	86:57	,178624	111:75	,170262
85:54	,197025	93:60	,190332	81:53	,184209	89:59	,178338	74:50	,170262
96:61	,196941	62:40	,190332	110:72	,184060	92:61	,178458	108:73	,170101
107:68	,196875	110:71	,190134	55:36	,184060	95:63	,178383	71:48	,170017
118:75	,196821	79:51	,190057	84:55	,183917	98:65	,178312	105:71	,169931
110:70	,196295	96:62	,189880	113:74	,183847	101:67	,178247	68:46	,169751
99:63	,196295	113:73	,189756	116:76	,183644	104:69	,178184	99:67	,169560
88:56	,196295	65:42	,189664	87:57	,183644	107:71	,178126	65:44	,169461
77:49	,196295	82:53	,189538	58:38	,183644	110:73	,178070	96:65	,169358
66:42	,196295	99:64	,189455	119:78	,183452	113:75	,178017	93:63	,169142
55:35	,196295	116:75	,189397	90:59	,183391	116:77	,177967	62:42	,169142
113:72	,195746	119:77	,189056	61:40	,183270	119:79	,177920	31:21	,169142
91:58	,195613	102:66	,189056	93:61	,183153	24:16	,176091	90:61	,168913
102:65	,195687	85:55	,189056	96:63	,182931	3:2	,176091	59:40	,168792
69:44	,195396	68:44	,189056	64:42	,182931	118:79	,174255	118:80	,168792
58:37	,195226	51:33	,189056	32:21	,182931	115:77	,174207	87:59	,168667
105:67	,195115	34:22	,189056	99:65	,182722	112:75	,174157	115:78	,168603
94:60	,194977	105:68	,188680	67:44	,182622	109:73	,174104	112:76	,168404
47:30	,194977	88:57	,188608	102:67	,182525	106:71	,174048	84:57	,168404
83:53	,194802	71:46	,188501	105:69	,182340	103:69	,173988	56:38	,168404
119:76	,194733	54:35	,188326	70:46	,182340	100:67	,173925	109:74	,168196
108:69	,194575	91:59	,188190	108:71	,182166	97:65	,173858	81:55	,168122
97:62	,194380	111:72	,187991	73:48	,182082	94:63	,173787	106:72	,167973
61:39	,194265	74:48	,187991	111:73	,182000	91:61	,173712	53:36	,167973
86:55	,194136	94:61	,187798	114:75	,181844	88:59	,173631	78:53	,167819

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
103:70	,167739	93:64	,162303	66:46	,156786	102:72	,151268	56:40	,146128
100:68	,167491	77:53	,162215	109:76	,156613	85:60	,151268	49:35	,146128
75:51	,167491	61:42	,162081	76:53	,156538	68:48	,151268	42:30	,146128
50:34	,167491	106:73	,161983	119:83	,156469	51:36	,151268	35:25	,146128
97:66	,167228	90:62	,161851	86:60	,156347	109:77	,150936	116:83	,145380
72:49	,167136	45:31	,161851	43:30	,156347	92:65	,150874	109:78	,145332
119:81	,167062	119:82	,161733	96:67	,156196	75:53	,150785	102:73	,145277
94:64	,166948	74:51	,161662	106:74	,156074	116:82	,150644	88:63	,145142
47:32	,166948	103:71	,161579	53:37	,156074	58:41	,150644	81:58	,145057
116:79	,166831	116:80	,161368	116:81	,155973	99:70	,150537	74:53	,144956
69:47	,166751	87:60	,161368	63:44	,155888	82:58	,150386	67:48	,144834
91:62	,166650	58:40	,161368	73:51	,155753	106:75	,150245	120:86	,144683
113:77	,166588	100:69	,161151	93:65	,155570	65:46	,150156	60:43	,144683
110:75	,166331	71:49	,161062	103:72	,155505	89:63	,150050	113:81	,144593
88:60	,166331	113:78	,160984	113:79	,155451	113:80	,149988	106:76	,144492
66:45	,166331	84:58	,160851	120:84	,154902	120:85	,149762	53:38	,144492
44:30	,166331	98:67	,160696	110:77	,154902	96:68	,149762	99:71	,144377
107:73	,166061	110:76	,160579	100:70	,154902	72:51	,149762	92:66	,144244
85:58	,165951	55:38	,160579	90:63	,154902	48:34	,149762	46:33	,144244
63:43	,165872	68:47	,160411	80:56	,154902	103:73	,149514	85:61	,144089
104:71	,165775	81:56	,160297	70:49	,154202	79:56	,149439	117:84	,143907
82:56	,165626	94:65	,160215	60:42	,154902	110:78	,149298	78:56	,143907
101:69	,165472	107:74	,160152	30:21	,154902	55:39	,149298	110:79	,143766
120:82	,165367	120:83	,160103	117:82	,154372	86:61	,149169	71:51	,143688
90:41	,165367	117:81	,159701	107:75	,154323	117:83	,149108	103:74	,143606
79:54	,165233	104:72	,159701	97:68	,154263	93:66	,148939	96:69	,143422
98:67	,165151	91:63	,159701	87:61	,154190	62:44	,148939	64:46	,143422
117:80	,165096	78:54	,159701	77:54	,154097	31:22	,148939	89:64	,143210
114:78	,164810	65:45	,159701	67:47	,153977	100:71	,148742	114:82	,143091
95:65	,164810	52:36	,159701	114:80	,153815	69:49	,148653	57:41	,143091
76:52	,164810	114:79	,159278	57:40	,153815	107:76	,148570	82:59	,142962
57:39	,164810	101.70	,159223	104:73	,153710	114:81	,148420	107:77	,142893
111:76	,164509	88:61	,159153	94:66	,153584	76:54	,148420	100:72	,142893
92:63	,164447	75:52	,159058	47:33	,153584	83:59	,148226	75:54	,142668
73:50	,164353	62:43	,158923	84:59	,153427	90:64	,148063	50:36	,142668
108:74	,164192	111:77	,158832	111:78	,153228	45:32	,148063	118:85	,142463
54:37	,164192	98:68	,158717	74:52	,153228	97:69	,147923	93:67	,142408
89:61	,164060	49:34	,158717	101:71	,153063	104:74	,147802	68:49	,142313
105:72	,163857	85:59	,158567	64:45	,152968	52:37	,147802	111:80	,142233
70:48	,163857	108:75	,158363	91:64	,152861	111:79	,147696	86:62	,142107
86:59	,163647	72:50	,158363	118:83	,152804	118:84	,147603	43:31	,142107
102:70	,163502	95:66	,158180	108:76	,152610	66:47	,147446	104:75	,141972
51:35	,163502	59:41	,158068	81:57	,152610	73:52	,147320	61:44	,141877
118:81	,163397	82:57	,157939	54:38	,152610	80:57	,147215	79:57	,141752
67:46	,163317	105:73	,157866	98:69	,152377	87:62	,147128	97:70	,141674
83:57	,163203	115:80	,157608	71:50	,152288	94:67	,147053	115:83	,141620
99:68	,153126	92:64	,157608	115:81	,152213	101:72	,146989	108:78	,141329
115:79	,163071	69:48	,157608	88:62	,152091	108:77	,146933	90:65	,141329
112:77	,162727	46:32	,157608	44:31	,152091	115:82	,146884	72:52	,141329
96:66	,162727	102:71	,157342	105:74	,151958	98:70	,146128	54:39	,141329
80:55	,162727	79:55	,157264	61:43	,151861	91:65	,146128	119:86	,141049
64:44	,162727	112:78	,157123	78:55	,151732	84:60	,146128	101:73	,140999
48:33	,162727	56:39	,157123	95:67	,151649	77:55	,146128	83:60	,140927
32:22	,162727	89:62	,156998	112:79	,151591	70:50	,146128	65:47	,140816
109:75	,152365	99:69	,156786	119:84	,151268	63:45	,146128	112:81	,140733

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
94:68	,140619	41:30	,135663	104:77	,130543	104:78	,124939	29:22	,119975
47:34	,140619	97:71	,135513	81:60	,130334	88:66	,124939	112:85	,119799
76:55	,140451	112:82	,135404	54:40	,130334	84:63	,124939	83:63	,119738
105:76	,140376	56:41	,135404	27:20	,130334	64:48	,124939	108:82	,119610
116:84	,140179	71:52	,135255	112:83	,130140	60:45	,124939	54:41	,119610
87:63	,140179	86:63	,135158	85:63	,130078	44:33	,124939	79:60	,119476
58:42	,140179	101:74	,135090	116:86	,129960	40:30	,124939	104:79	,119406
29:21	,140179	116:85	,135039	58:43	,129960	28:21	,124939	100:76	,119186
98:71	,139968	105:77	,134699	89:66	,129846	117:88	,123703	75:57	,119186
69:50	,139879	90:66	,134699	120:89	,129791	113:85	,123660	50:38	,119186
109:79	,139799	75:55	,134699	93:69	,129634	109:82	,123613	96:73	,118948
120:87	,139662	60:44	,134699	62:46	,129634	105:79	,123562	71:54	,118865
80:58	,139662	45:33	,134699	97:72	,129439	101:76	,123508	117:89	,118796
91:66	,139498	30:22	,134699	66:49	,129348	97:73	,123449	92:70	,118690
102:74	,139369	109:80	,134337	101:75	,129260	93:70	,123385	46:35	,118690
51:37	,139369	94:69	,134279	105:78	,129095	89:67	,123315	113:86	,118580
113:82	,139265	79:58	,134199	70:52	,129095	85:64	,123238	67:51	,118505
62:45	,139179	64:47	,134082	109:81	,128942	81:61	,123155	88:67	,118408
73:53	,139047	113:83	,134000	74:55	,128869	77:58	,123063	109:83	,118348
84:61	,138950	98:72	,133894	113:84	,128799	73:55	,122960	84:64	,118099
95:69	,138875	49:36	,133894	117:87	,128667	69:52	,122846	63:48	,118099
106:77	,138815	83:61	,133748	78:58	,128667	65:49	,122717	42:32	,118099
117:85	,138767	117:86	,133687	82:61	,128484	61:46	,122572	105:80	,118099
110:80	,138303	102:75	,133539	86:64	,128319	118:89	,122492	101:77	,117831
99:72	,138303	68:50	,133539	43:32	,128319	114:86	,122406	80:61	,117760
88:64	,138303	87:64	,133539	90:67	,128168	57:43	,122406	118:90	,117640
77:56	,138303	106:78	,133211	94:70	,128030	110:83	,122315	59:45	,117640
66:48	,138303	72:53	,133057	47:35	,128030	53:40	,122216	97:74	,117540
55:40	,138303	91:67	,132967	98:73	,127903	106:80	,122216	114:87	,117386
44:32	,138303	110:81	,132908	102:76	,127787	102:77	,122110	76:58	,117386
114:83	,137827	114:84	,132626	51.38	,127787	98:74	,121994	93:71	,117225
103:75	,137776	95:70	,132626	106:79	,127679	49:37	,121994	110:84	,117113
92:67	,137713	76:56	,132626	110:82	,127579	94:71	,121870	55:42	,117113
81:59	,137633	57:42	,132626	55:41	,127579	90:68	,121734	72:55	,116970
70:51	,137528	118:87	,132363	114:85	,127486	45:34	,121734	89:68	,116881
118:86	,137384	99:73	,132312	118:88	,127399	86:65	,121585	106:81	,116821
59:43	,137384	80:59	,132238	59:44	,127399	82:62	,121422	119:91	,116506
107:78	,137289	61:45	,132117	63:47	,127243	41.31	,121422	102:78	,116506
96:70	,137173	103:76	,132024	67:50	,127105	119:90	,121305	85:65	,116506
48:35	,137173	84:62	,131888	71:53	,126982	78:59	,121243	68:52	,116506
85:62	,137027	42:31	,131888	75:56	,126873	115:87	,121179	51:39	,116506
111:81	,136838	107:79	,131757	79:59	,126775	111:84	,121044	34:26	,116506
74:54	,136838	65:48	,131672	83:62	,126686	74:56	,121044	115:88	,116215
100:73	,136677	88:65	,131570	87:65	,126606	107:81	,120899	98:75	,116165
63:46	,136583	111:82	,131509	91:68	,126533	70:53	,120822	81:62	,116093
89:65	,136477	115:86	,131279	95:71	,126465	103:78	,120743	64:49	,115984
115:84	,136419	92:68	,131279	99:74	,126404	99:75	,120574	111:85	,115904
104:76	,136220	69:51	,131279	103:77	,126347	66:50	,120574	94:72	,115795
78:57	,136220	46:34	,131279	107:80	,126294	95:72	,120391	47:36	,115795
52:38	,136220	119:88	,131064	111:83	,126245	62:47	,120294	77:59	,115639
119:87	,136028	96:71	,131013	115:86	,126199	91:69	,120192	107:82	,115570
93:68	,135974	73:54	,130929	119:89	,126157	120:91	,120140	120:92	,115393
67:49	,135879	100:74	,130768	120:90	,124939	116:88	,119975	90:69	,115393
108:79	,135797	50:37	,130768	112:84	,124939	87:66	,119975	60:46	,115393
82:60	,135663	77:57	,130616	108:81	,124939	58:44	,119975	30:23	,115393

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
103:79	,115210	98:76	,110413	111:87	,105804	77:61	,101161	71:57	,095383
73:56	,115135	49:38	,110413	74:58	,105804	106:84	,101027	66:53	,095268
116:89	,115068	107:83	,110306	88:69	,105634	53:42	,101027	61:49	,095134
86:66	,114955	116:90	,110216	102:80	,105510	82:65	,100901	117:94	,095068
43:33	,114955	58:45	,110216	51:40	,105510	111:88	,100840	56:45	,094976
99:76	,114822	67:52	,110072	116:91	,105417	116:92	,100670	107:86	,094885
112:86	,114720	76:59	,109962	65:51	,105343	87:69	,100670	102:82	,094786
56:43	,114720	85:66	,109875	79:62	,105235	58:46	,100670	51:41	,094786
69:53	,114573	94:73	,109805	93:73	,105160	29:23	,100670	97:78	,094677
82:63	,114473	103:80	,109747	107:84	,105105	92:73	,100465	92:74	,094556
95:73	,114401	112:87	,109699	112:88	,104735	63:50	,100371	46:37	,094556
108:83	,114346	117:91	,109145	98:77	,104735	97:77	,100281	87:70	,094421
117:90	,113943	108:84	,109145	84:66	,104735	102:81	,100115	82:66	,094270
104:80	,113943	99:77	,109145	70:55	,104735	68:54	,100115	41:33	,094270
91.70	,113943	90:70	,109145	56:44	,104735	34:27	,100115	118:95	,094158
78:60	,113943	81:63	,109145	42:33	,104735	107:85	,099964	77:62	,094099
65:50	,113943	72:56	,109145	28:22	,104735	73:58	,099894	113:91	,094037
52:40	,113943	63:49	,109145	117:92	,104398	112:89	,099828	108:87	,093905
39:30	,113943	54:42	,109145	103:81	,104352	78:62	,099703	72:58	,093905
26:20	,113943	45:35	,109145	89:70	,104292	39:31	,099703	103:83	,093759
113:87	,113559	27:21	,109145	75:59	,104209	83:66	,099534	67:54	,093681
100:77	,113509	113:88	,108596	61:48	,104089	88:70	,099385	98:79	,093599
87:67	,113445	104:81	,108548	108:85	,104005	44:35	,099385	93:75	,093422
74:57	,113357	95:74	,108492	94:74	,103896	93:74	,099251	62:50	,093422
61:47	,113232	86:67	,108424	47:37	,103896	98:78	,099132	119:96	,093276
109:84	,113147	77:60	,108339	80:63	,103750	49:39	,099132	88:71	,093224
96:74	,113040	68:53	,108233	113:89	,103688	103:82	,099023	114:92	,093117
48:37	,113040	118:92	,108094	99:78	,103541	108:86	,098925	57:46	,093117
83:64	,112898	59:46	,108094	66:52	,103541	54:43	,098925	83:67	,093003
118:91	,112841	109:85	,108008	118:93	,103399	113:90	,098836	109:88	,092944
70:54	,112704	100:78	,107905	85:67	,103344	118:94	,098754	104:84	,092754
92:71	,112530	50:39	,107905	104:82	,103219	59:47	,098754	78:63	,092754
57:44	,112422	91:71	,107783	52:41	,103219	64:51	,098610	52:42	,092754
79:61	,112297	82:64	,107634	90:71	,102984	69:55	,098486	26:21	,092754
101:78	,112227	41.32	,107634	109:86	,102928	74:59	,098380	99:80	,092545
110:85	,111974	114:89	,107515	95:75	,102662	79:63	,098287	73:59	,092471
88:68	,111974	73:57	,107448	76:60	,102662	84:67	,098205	120:97	,092410
44:34	,111974	105:82	,107375	57:45	,102662	89:71	,098132	94:76	,092314
66:51	,111974	96:75	,107210	38:30	,102662	94:75	,098067	47:38	,092314
119:92	,111759	64:50	,107210	119:94	,102419	99:79	,098008	115:93	,092215
97:75	,111710	119:93	,107064	100:79	,102373	104:83	,097955	68:55	,092146
75:58	,111633	87:68	,107010	81:64	,102305	109:87	,097907	89:72	,092058
106:82	,111492	110:86	,106894	62:49	,102196	114:91	,097864	110:89	,092003
53:41	,111492	55:43	,106894	105:83	,102111	119:95	,097823	105:85	,091770
84:65	,111366	78:61	,106765	86:68	,101990	20:16	,096910	84:68	,091770
115:89	,111308	101:79	,106694	43:34	,101990	5:4	,096910	63:51	,091770
93:72	,111151	115:90	,106455	110:87	,101873	116:93	,095975	42:34	,091770
62:48	,111151	92:72	,106455	67:53	,101799	111:89	,095933	100:81	,091515
102:79	,110973	69:54	,106455	91:72	,101709	106:85	,095887	79:64	,091447
71:55	,110896	46:36	,106455	115:91	,101656	101:81	,095836	116:94	,091330
111:86	,110825	106:83	,106228	120:95	,101458	96:77	,095781	58:47	,091330
120:93	,110698	83:65	,106165	96:76	,101458	91:73	,095719	95:77	,091233
80:62	,110698	120:94	,106053	72:57	,101458	86:69	,095649	111:90	,091080
40:31	,119698	60:47	,106053	48:38	,101458	81:65	,095572	74:60	,091080
89:69	,110541	97:76	,105958	101:80	,101231	76:61	,095484	37:30	,091080

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
90:73	,090920	83:68	,086569	87:72	,082187	74:62	,076840	91.77	,072551
106:86	,090807	72:59	,086481	58:48	,082187	37:31	,076840	78:66	,072551
53:43	,090807	61:50	,086360	29:24	,082187	105:88	,076707	65:55	,072551
69:56	,090661	111:91	,086282	93:77	,081992	68:57	,076634	39:33	,072551
85:69	,090570	100:82	,086186	64:53	,081904	99:83	,076557	52:44	,072551
101:82	,090508	50:41	,086186	99:82	,081821	93:78	,076388	111:94	,072195
117:95	,090462	89:73	,086067	105:87	,081670	62:52	,076388	98:83	,072148
112:91	,090177	117:96	,085915	70:58	,081670	119:99	,076247	85:72	,072086
96:78	,090177	78:64	,085915	111:92	,081535	87:73	,076196	72:61	,072003
80:65	,090177	39:32	,085915	76:63	,081473	112:94	,076090	118:100	,071882
64:52	,090177	106:87	,085787	117:97	,081414	56:47	,076090	59:50	,071882
48:39	,090177	67:55	,085712	82:68	,081305	81:68	,075976	105:89	,071797
107:87	,089865	95:78	,085629	41.34	,081305	106:89	,075916	92:78	,071693
91:74	,089810	112:92	,085430	88:73	,081160	100:84	,075721	46:39	,071693
75:61	,089732	84:69	,085430	94:78	,081033	75:63	,075721	79:67	,071552
118:96	,089611	56:46	,085430	47:39	,081033	50:42	,075721	112:95	,071494
59:48	,089611	28:23	,085430	100:83	,080922	25:21	,075721	99:84	,071356
102:83	,089522	101:83	,085243	106:88	,080823	119:100	,075547	66:56	,071356
86:70	,089401	73:60	,085172	53:44	,080823	94:79	,075501	118:101	,071225
43:35	,089401	118:97	,085110	112:93	,080735	69:58	,075421	86:73	,071176
113:92	,089291	90:74	,085011	118:98	,080656	113:95	,075355	106:90	,071063
70:57	,089223	45:37	,085011	59:49	,080656	88:74	,075251	53:45	,071063
97:79	,089145	107:88	,084901	65:54	,080520	44:37	,075521	73:62	,070931
108:88	,088941	62:51	,084882	71:59	,080406	107:90	,075141	93:79	,070856
81:66	,088941	79:65	,084714	77:64	,080311	63:53	,075065	113:96	,070808
54:44	,088941	96:79	,084644	83:69	,080229	82:69	,074965	100:85	,070581
27:22	,088941	113:93	,084596	89:74	,080158	101:85	,074903	80:68	,070581
119:97	,088775	119:98	,084321	95:79	,080097	120:101	,074859	60:51	,070581
92:75	,088727	102:84	,084321	101:84	,080042	114:96	,074634	40:34	,070581
65:53	,088638	85:70	,084321	107:89	,079994	95:80	,074634	107:91	,070342
103:84	,088558	68:56	,084321	113:94	,079951	76:64	,074634	87:74	,070288
114:93	,088422	51:42	,084321	119:99	,079912	57:48	,074634	67:57	,070200
76:62	,088522	108:89	,084034	30:25	,079181	38:32	,074634	114:97	,070133
38:31	,088422	91:75	,083980	6:5	,079181	108:91	,074382	94:80	,070038
87:71	,088261	74:61	,083902	115:96	,078427	89:75	,074329	47:40	,070038
98:80	,088136	114:94	,083777	109:91	,078385	70:59	,074246	74:63	,069891
49:40	,088136	57:47	,083777	103:86	,078339	102:86	,074102	101:86	,069823
109:89	,088037	97:80	,083682	97:81	,078287	51:43	,074102	81:69	,069636
120:98	,087955	120:99	,083546	91:76	,078228	83:70	,073980	54:46	,069636
60:49	,087955	80:66	,083546	85:71	,078161	115:97	,073927	115:98	,069472
71:58	,087830	40:33	,083546	79:66	,078083	96:81	,073786	88:75	,069421
82:67	,087739	103:85	,083418	73:61	,077993	64:54	,073786	61:52	,069327
93:76	,087669	63:52	,083337	67:56	,077887	109:92	,073639	95:81	,069239
104:85	,087614	86:71	,083240	61:51	,077760	77:65	,073577	68:58	,069081
115:94	,087570	109:90	,083184	116:97	,077686	90:76	,073429	109:93	,068944
110:90	,087150	115:95	,082974	55:46	,077605	45:38	,073429	75:64	,068881
99:81	,087150	92:76	,082974	104:87	,077514	103:87	,073318	116:99	,068823
88:72	,087150	69:57	,082974	98:82	,077412	116:98	,073232	82:70	,068716
77:63	,087150	46:38	,082974	49:41	,077412	58:49	,073232	41:35	,068716
66:54	,087150	98:81	,082741	92:77	,077297	71:60	,073107	89:76	,068576
55:45	,087150	75:62	,082670	86:72	,077166	84:71	,073021	96:82	,068457
44:36	,087150	52:43	,082535	43:36	,077166	97:82	,072958	48:41	,068457
116:95	,086734	81:67	,082410	80:67	,077015	110:93	,072910	103:88	,068355
105:86	,086691	110:91	,082351	117:98	,076960	117:99	,072551	55:47	,068265
94:77	,086637	116:96	,082187	111:93	,076840	104:88	,072551	117:100	,068186

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
62:53	,068116	59:51	,063282	119:104	,058513	86:76	,053685	47:42	,048849
69:59	,067997	96:83	,063193	96:84	,057992	43:38	,053685	113:101	,048757
76:65	,067900	74:64	,063052	88:77	,057992	112:99	,053583	66:59	,048692
83:71	,067820	37:32	,063052	80:70	,057992	69:61	,053519	85:76	,048605
90:77	,067752	89:77	,062899	72:63	,057992	95:84	,053444	104:93	,048550
97:83	,067994	52:45	,062791	64:56	,057992	78:69	,053246	95:85	,048305
104:89	,067643	119:103	,062710	56:49	,057992	52:46	,053246	76:68	,048305
111:95	,067599	67:58	,062647	48:42	,057992	113:100	,053078	57:51	,048305
118:101	,067561	82:71	,062556	40:35	,057992	87:77	,053029	38:34	,048305
98:84	,066947	97:84	,062493	113:99	,057443	61:54	,052936	105:94	,048061
91.78	,066947	112:97	,062446	105:92	,057402	96:85	,052852	86:77	,048008
84:72	,066947	90:78	,062148	97:85	,057353	70:62	,052706	67:60	,047924
77:66	,066947	75:65	,062148	89:78	,057295	53:31	,052706	115:103	,047860
70:60	,066947	60:52	,062148	81.71	,057227	70:70	,052529	96:86	,047773
63:54	,066947	45:39	,962148	73:64	,057143	88:78	,052388	48:43	,047773
56:48	,066947	113:98	,061852	65:57	,057039	44:39	,052388	77:69	,047642
49:42	,066947	98:85	,061807	57:50	,056905	97:86	,052273	106:95	,047582
42:36	,066947	83:72	,061746	106:93	,056823	53:47	,052178	87:78	,047425
35:30	,066947	68:59	,061657	98:86	,056728	62:55	,052029	58:52	,047425
120:103	,066407	53:46	,061518	49:63	,056728	71:63	,051918	29:26	,047425
113:97	,066307	91:79	,061414	90:79	,056615	80:71	,051832	97:87	,047252
106:91	,066265	76:66	,061270	82:72	,056481	89:79	,051763	68:61	,047112
99:85	,066216	38:33	,061270	41.36	,056481	98:87	,051707	39:35	,046997
92:79	,066161	99:86	,061137	115:101	,056376	107:95	,051660	88:79	,046856
85:73	,066096	61:53	,061054	75:65	,056318	99:88	,051153	98:88	,046743
78:67	,066020	84:73	,060956	107:94	,056256	90:80	,051153	49:44	,046743
71:61	,065929	107:93	,060901	99:87	,056116	81:72	,051153	108:97	,046652
64:55	,065817	92:80	,060698	66:58	,056116	72:64	,051153	59:53	,046576
57:49	,065679	69:60	,060698	91:80	,055951	63:56	,051153	69:62	,046457
107:92	,065596	46:40	,060698	58:51	,055858	54:48	,051153	79:71	,046369
100:86	,065502	100:87	,060481	83:73	,055755	45,40	,051153	89:80	,046300
50:43	,065502	77:67	,060416	108:95	,055700	36:32	,051153	99:89	,046245
93:80	,065393	54:47	,060296	100:88	,055517	109:97	,050655	109:98	,046200
86:74	,065267	85:74	,060187	75:66	,055517	100:89	,050610	119:107	,046163
43:37	,065267	116:101	,060137	50:44	,055517	91:81	,050556	100:90	,045758
79:68	,065118	93:81	,059998	92:81	,055303	82:73	,050491	90:81	,045758
115:99	,065063	62:54	,059998	67:59	,055223	73:65	,050410	80:72	,045758
72:62	,064941	101:88	,059839	109:96	,055155	64:57	,050305	70:63	,045758
36:31	,064941	70:61	,059768	84:74	,055048	119:106	,050241	60:54	,045758
101:87	,064802	109:95	,059703	42:37	,055048	55:49	,050167	50:45	,045758
65:56	,064725	78:68	,059586	101:89	,054931	101:90	,050079	40:36	,045758
94:81	,064643	39:34	,059586	59:52	,054849	92:82	,049974	111:100	,045323
87:75	,064458	86:75	,059437	76:67	,054739	46:41	,049974	101:91	,045280
109:94	,064299	47:41	,059314	93:82	,054669	83:74	,049846	91:82	,045228
80:69	,064241	94:82	,059314	110:97	,054621	120:107	,049798	81:73	,045162
102:88	,064118	102:89	,059210	102:90	,054358	74:66	,049688	71:64	,045078
51:44	,064118	55:48	,059122	85:75	,054358	37:33	,049688	61:55	,044967
73:63	,063982	118:103	,059045	68:60	,054358	102:91	,048558	112:101	,044897
95:82	,063910	63:55	,058978	51:45	,054358	65:58	,049485	51:46	,044812
117:101	,063864	71:62	,058867	34:30	,054358	93:83	,049405	92:83	,044710
88:76	,063669	79:69	,058778	111:98	,054097	56:50	,049218	82:74	,044582
66:57	,063669	87:76	,058706	94:83	,054050	84:75	,049218	41:37	,044582
44:38	,063669	95:83	,058646	77:68	,053982	103:92	,049049	72:65	,044419
103:89	,063447	103:90	,058595	60:53	,053875	75:67	,048987	103:93	,044354
81:70	,063387	111:97	,058551	103:91	,053796	94:84	,048849	93:84	,044204

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
62:56	,044204	103:94	,039709	64:59	,035328	73:68	,030814	50:47	,026872
114:103	,044068	92:84	,039509	77:71	,035232	117:109	,030759	117:110	,026793
83:75	,044017	69:63	,039509	90:83	,035164	88:82	,030669	67:63	,026734
52:47	,043905	46:42	,039509	103:95	,035114	44:41	,030669	84:79	,026652
73:66	,043779	104:95	,039310	116:107	,035074	103:96	,030566	101:85	,026598
94:85	,043709	81.74	,039253	91:84	,034762	59:55	,030489	118:111	,026559
115:104	,043644	58:53	,039152	78:72	,034762	74:69	,030383	85:80	,026329
84:76	,034466	93:85	,039064	65:60	,034762	89:83	,030312	68:64	,026329
63:57	,043466	105:96	,038918	52:48	,034762	104:97	,030262	51:48	,026329
42:38	,043466	70:94	,038918	39:36	,034762	119:111	,030224	34:32	,026329
116:105	,043268	35:32	,038918	118:109	,034455	105:98	,029963	120:113	,026103
95:86	,043225	117:107	,038802	105:97	,034418	90:84	,029963	103:97	,026066
74:67	,043157	82:75	,038753	92:85	,034369	75:70	,029963	86:81	,026014
53:48	,043035	94:86	,038629	79:73	,034304	60:56	,029963	69:65	,025936
85:77	,042928	47·43	,038629	66:61	,034214	45:42	,029963	52:49	,025807
96:87	,042752	106:97	,038334	119:110	,034154	106:99	,029671	87:82	,025705
64:58	,042752	59:54	,038458	53:49	,034080	91:85	,029623	70:66	,025554
107:97	,042612	71:65	,038345	93:86	,033984	76:71	,029555	35:33	,025554
117:106	,042605	83:76	,038265	80:74	,033858	61:57	,029455	88:83	,025405
75:68	,042552	95:87	,038204	40:37	,033858	107:100	,029384	53:50	,025306
118:107	,042499	107:98	,038158	107:99	,033749	92:84	,029289	71:67	,025184
86:78	,042404	119:109	,038121	67:62	,033683	46:43	,029289	89:84	,025111
43:39	,042404	96:88	,037789	94:87	,033609	77:72	,029158	107:101	,024982
97:88	,042289	84:77	,037789	81:75	,033424	108:101	,029103	90:85	,024824
54:49	,042198	72:66	,037789	54:50	,033424	93:87	,028964	72:68	,024824
119:108	,042123	60:55	,037789	95:88	,033241	62:58	,028964	54:51	,024824
65:59	,042061	48:44	,037789	68:63	,033168	109:102	,028826	36:34	,024824
76:69	,041965	36:33	,037789	109:101	,033105	78:73	,028772	109:103	,024589
87:79	,041892	109:100	,037427	82:76	,033000	47·44	,028645	91:86	,024543
98:89	,041836	97:89	,037382	41.38	,033000	94:88	,028645	73:69	,024474
109:99	,041791	85:78	,037324	96:89	,032881	110:103	,028555	55:52	,024359
120:109	,041754	73:67	,037248	55:51	,032793	63:59	,028489	92:87	,024269
99:90	,041393	61:56	,037142	69:64	,032669	79:74	,028395	74:70	,024134
88:80	,041393	110:101	,037071	83:77	,032587	95:89	,028334	37:35	,024134
77:70	,041393	98:90	,036984	97:90	,032529	96:90	,028029	93:88	,024000
66:60	,041393	49:45	,036984	111:103	,032486	80:75	,028029	56:53	,023912
55:50	,041393	86:79	,036871	98:91	,032185	64:60	,028029	75:71	,023803
44:40	,041393	74:68	,036723	84:78	,032185	48:45	,028029	94:89	,023738
33:30	,041393	37:34	,036723	70:65	,032185	32:30	,028029	113:107	,023695
111:101	,041002	99:91	,036594	56:52	,032185	111.104	,027882	95:90	,023481
100:91	,040959	62:57	,036517	42:39	,032185	113:106	,027772	76:72	,023481
89:81	,040905	87:80	,036429	113:105	,031889	97:91	,027730	57:54	,023481
78:71	,040836	112:103	,036381	99:92	,031847	81.76	,027671	38:36	,023481
67:61	,040745	100:92	,036212	85:79	,031792	65:61	,027584	115:109	,023271
56:51	,040618	75:69	,036212	71:66	,031714	114:107	,027521	96:91	,023330
101:92	,040534	50:46	,036212	57:53	,031599	99:92	,027438	77:73	,023168
90:82	,040429	113:104	,036045	100:93	,031517	49:46	,027438	58:55	,023065
45:41	,040429	88:81	,035998	86:80	,031409	82:77	,027323	97:92	,022984
79:72	,040295	63:58	,035913	43:40	,031409	115:108	,027274	78:74	,022863
113:103	,040241	101:93	,035839	115:107	,031314	99:93	,027152	39:37	,022863
68:62	,040117	76:70	,035716	72:67	,031258	66:62	,027152	98:93	,022743
34:31	,040117	38:35	,035716	101:94	,031194	33:31	,027152	59:56	,022664
91:83	,039963	89:82	,035576	87:81	,031034	116:109	,027032	79:75	,022566
57:52	,039872	51:47	,035472	58:54	,031034	83:78	,026984	99:94	,022507
80:73	,039767	115:106	,035392	102:95	,030877	100:94	,026872	119:113	,022468

segue

segue: Logaritmi dei rapporti per ingranaggi da 1,0084 a 7,5

denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u	denti	log u
100:95	,022276	48:46	,018483	96:93	,013788	44:43	,009984	77:76	,005677
80:76	,022276	24:23	,018483	64:62	,013788	89:87	,009871	78:77	,005604
60:57	,022276	97:93	,018289	32:31	,013788	90:88	,009760	79:78	,005533
40:38	,022276	73:70	,018225	97:94	,013644	45:44	,009760	80:79	,005463
20:19	,022276	98:94	,018098	65:63	,013573	91:89	,009651	81:80	,005395
101:96	,022050	49:47	,018098	98:95	,013503	92:90	,009545	82:81	,005329
81:77	,021994	74:71	,017973	99:96	,013364	46:45	,009545	83:82	,005264
61:58	,021902	99:95	,017912	66:64	,013364	93:91	,009442	84:83	,005201
102:97	,021829	100:96	,017729	33:32	,013364	94:92	,009340	85:84	,005140
41:39	,021719	75:72	,017729	100:97	,013228	47·46	,009340	86:85	,005080
103:98	,021611	50:48	,017729	67:65	,013161	95:93	,009241	87:86	,005021
62:59	,021540	101:97	,017550	101:98	,013095	96:94	,009143	88:87	,004963
83:79	,021451	76:73	,017491	68:66	,012965	48:47	,009143	89:88	,004907
104:99	,021398	51:49	,017374	34:33	,012965	97:95	,009048	90:89	,004853
84:80	,021189	77:74	,017259	103:100	,012837	98:96	,008955	91:90	,004799
63:60	,021189	103:99	,017202	69:67	,012744	49:48	,008955	92:91	,004746
42:40	,021189	78:75	,017033	104:101	,012712	99:97	,008864	93:92	,004495
106:101	,020984	52:50	,017033	70:68	,012589	100:98	,008774	94:93	,004645
85:81	,020934	105:101	,016866	35:34	,012589	50:49	,008774	95:94	,004596
64:61	,020850	79:76	,016814	106:103	,012468	101:99	,008686	96:95	,004548
107:102	,020783	53:51	,016706	71:69	,012409	51:50	,008600	97:96	,004501
86:82	,020685	80:77	,016599	107:104	,012350	103:101	,008516	98:97	,004454
43:41	,020685	107:103	,016547	72:70	,012235	52:51	,008433	99:98	,004409
108:103	,020586	81.78	,016391	36:35	,012235	105:103	,008352	100:99	,004365
65:62	,020522	54:52	,016391	109:106	,012120	53:52	,008273	101:100	,004321
87:83	,020441	109:105	,016237	73:71	,012065	107:105	,008194	102:101	,004279
109:104	,020393	82:79	,016187	110:107	,012009	54:53	,008118	103:102	,004237
88:84	,020203	55:53	,016087	74:72	,011899	109:107	,007973	104:103	,004196
66:63	,020203	83:80	,015988	37:36	,011899	55:54	,007969	105:104	,004156
44:42	,020203	111:107	,015939	112:109	,011791	111:109	,007862	106:105	,004117
111:106	,020017	84:81	,015794	75:73	,011738	56:55	,007825	107:106	,004078
89:85	,019971	56:54	,015794	113:110	,011685	113:111	,007754	108:107	,004040
67:64	,019895	113:109	,015652	76:74	,011582	57:56	,007687	109:108	,004002
112:107	,019834	85:82	,015605	38:37	,011582	115:113	,007620	110:109	,003967
90:86	,019744	57:55	,015512	115:112	,011479	58:57	,007553	111:110	,003930
45:43	,019744	86:83	,015420	77:75	,011429	117:115	,007488	112:111	,003895
113:108	,019655	115:111	,015375	116:113	,011378	59:58	,007424	113:112	,003860
68:65	,019596	87:84	,015240	78:76	,011281	119:117	,007361	114:113	,003827
91:87	,019522	58:56	,015240	39:38	,011281	60:59	,007299	115:114	,003793
114:109	,019479	117:113	,015107	118:115	,011184	61:60	,007179	116:115	,003760
92:88	,019305	88:85	,015064	79:77	,011136	62:61	,007062	117:116	,003728
69:66	,019305	59:57	,014977	119:116	,011089	63:62	,006949	118:117	,003696
46:44	,019305	89:86	,014892	80:78	,010995	64:63	,006840	119:118	,003665
116:111	,019135	119:115	,014849	40:39	,010995	65:64	,006733	120:119	,003634
93:89	,019093	90:87	,014723	81:79	,010858	66:65	,006631	–	–
70:67	,019023	60:58	,014723	82:80	,010724	67:66	,006531	–	–
117:112	,018967	91:88	,014559	41:40	,010724	68:67	,006434	–	–
94:90	,018885	61:59	,014478	83:81	,010593	69:68	,006340	–	–
47·45	,018885	92:89	,014398	84:82	,010465	70:69	,006249	–	–
118:113	,018803	93:90	,014240	42:41	,010465	71:70	,006160	–	–
71:68	,018749	62:60	,014240	85:83	,010341	72:71	,006074	–	–
95:91	,018682	31:38	,014240	86:84	,010219	73:72	,005990	–	–
119:114	,018642	94:91	,014087	43:42	,010219	74:73	,005909	–	–
96:92	,018483	63:61	,014011	87:85	,010100	75:74	,005830	–	–
72:69	,018483	95:92	.013936	88:86	,009984	76:75	,005752	–	–

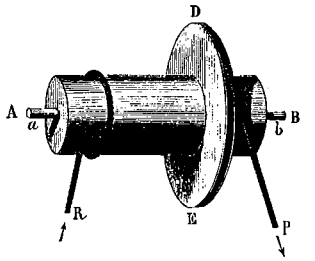
Sezione E

MECCANICA

"Ignorato motu ignoratur natura"

Riordinando la mia biblioteca ho "scoperto" due libri. Uno di questi ha 100 anni. La Casa Editrice ne ha anche di piu. Questa pagina vuol'essere un omaggio all'Editore e, voglio sperare, una gradevole curiosita per il lettore.
I due volumi rilegati recano ognuno il prezzo di L. 1,50 franco di porto.

Carlo Cattaneo
Professore nel Regio Liceo
di Catania
DINAMICA ELEMENTARE
Ulrico Hoepli Editore Librajo
Milano 1884

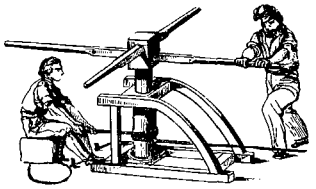


24 - Il verricello od asse nella ruota o tornio e una macchina composta ordinariamente di un cilindro AB che dicesi l'albero o l'asse e di un disco circolare DE che dicesi ruota ed e di maggior diametro; asse e ruota sono invariabilmente uniti tra loro e ruotano intorno al medesimo asse ab.
La potenza P in generale e applicata alla circonferenza della ruota, e la resistenza al cilindro per mezzo di una fune che puo avvolgersi sul cilindro stesso e quindi sollevare, trascinare, ecc. la resistenza. L'asse del tornio puo essere verticale, orizzontale od anche obliquo. Supponendo che la potenza del braccio p e la resistenza di braccio r agiscano in piani perpendicolari all'asse, potremmo asserire (dietro le cose dette al paragrafo 21) che per l'equilibrio del tornio deve essere:

$$\frac{P}{R} = \frac{r}{p}$$

Ossia per l'equilibrio la potenza deve stare alla resistenza come il raggio del cilindro sta al raggio della ruota.

Sir Roberto Stawell Ball
Prof. d'Astronomia e Geometria
nell'Universita di Cambridge
MECCANICA
Ulrico Hoepli Editore Libraio
della Real Casa
Milano 1908



68 - L'argano - Quest'utilissimo congegno e rappresentato nella figura. Un cilindro verticale e montato in modo da poter ruotare entro appoggi fissi. Si fa girare questo cilindro mediante la pressione di uno o piu uomini esercitata contro le quattro braccia, che si protendono dalla testa del cilindro in direzione perpendicolare alla lunghezza del medesimo.

La potenza applicata alle braccia di un argano sta al carico nell'istesso rapporto in cui il raggio del cilindro sta alla lunghezza delle braccia. Per esempio supponiamo che il raggio del cilindro sia 18 cm e che ciascun braccio lungo 216 cm; allorquando un uomo lavorera come indicato in figura, la forza da esso esercitata riuscira moltiplicata 12 volte. Se 4 uomini lavoreranno sull'argano, la forza trasmessa dalla fune sara 48 volte la forza esercitata da ciascuno di loro. Si adopera l'argano quando si deve trasmettere orizzontalmente una grande forza, come quando si tratta di muovere i bastimenti in un porto.

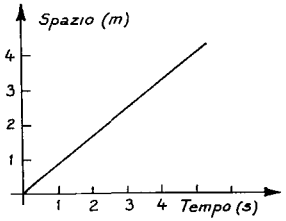
Formule di meccanica

Moto-velocita-accelerazione

Il moto e il cambio progressivo di posizione di un corpo.
La velocita e il ritmo del moto, cioe il ritmo del cambio di posizione.
Quando la velocita di un corpo e la stessa, in ogni momento, questa e di moto uniforme. Se la velocita e variabile e costantemente incrementata e chiamata accelerazione.
Accelerazione e il ritmo nel quale la velocita di un corpo cambia in una unita di tempo (es. m/s^2)
Quando il moto anziche incrementare e decrescente, si chiama moto ritardato o decelerazione.
Se l'accelerazione e uniforme e chiamata moto uniformemente accelerato, per esempio e uniformemente accelerato il moto di un corpo che cade liberamente nel vuoto (in questo caso l'accelerazione costante e l'accelerazione di gravita)

Moto rettilineo uniforme

Quando: V = velocita (m/s) , t = tempo (s), S = spazio (m) allora:
$S = V_t$, $V = S:t$, $t = S:V$

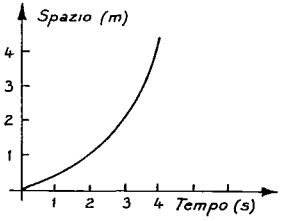


Esempio 1 -
Quale spazio percorre un corpo in 15 s alla velocita di 7 m/s ?
$S = V_t = 7 \quad 15 = 105$ m.
Esempio 2 -
Quale velocita ha un corpo che percorre 62 m in 40 s ?
$V = S \quad t = 62 \quad 40 = 1,55$ m/s.

Esempio 3 -
In quanto tempo un corpo percorre uno spazio di 56 m con una velocita di 4 m/s ?
$t = S \quad V = 56 \quad 4 = 14$ s.

Moto rettilineo uniformemente accelerato

Quando: S = spazio (m), t = tempo (s) , a = accelerazione (m/s^2) , V_i = velocita iniziale(m/s), V_f = velocita finale (m/s) allora:
- a) da posizione di quiete -
$S = 0,5\ at^2$, $V_f = at$,
$t = 2S \quad V_f$, $a = 2S \quad t^2$



Esempio 1 -
Un corpo che si trova in quiete subisce un'accelerazione di 0,8 m/s^2 Quale spazio percorre in 18 secondi ?
$S = 0,5\ at^2 = 0,5\ 0,8 \cdot 18^2 = 129,6$m.
Esempio 2 -
Quale velocita finale raggiunge lo stesso corpo dopo 18 s ?
$V_f = at = 0,8 \quad 18 = 14,4$ m/s.
- b) con velocita iniziale -

$S = V_i t + 0,5\ at^2$, $V_f = V_i + at$,

$V_i = \sqrt{V_f^2 - 2aS}$, $t = (V_f - V_i)$,

$a = (V_f^2 - V_i^2) \quad 2S$.

Esempio 1 -
Quale spazio percorre un corpo in 13 s, se la velocita iniziale e di 1,8 m/s e l'accelerazione 0,2 m/s^2 ?
$S = V_i t + 0,5\ at^2 =$
$= 1,8 \cdot 13 + 0,5 \cdot 0,2 \cdot 13^2 = 40,3$ m.

segue

segue: Formule di meccanica

Esempio 2 -
Quale velocita finale raggiungera lo stesso corpo dopo 13 s ?
$V_f = V_i + at =$
$= 1,8 + 0,2 \quad 13 = 4,4$ m/s.

Moto rettilineo uniformemente decelerato

dove: d = decelerazione

- a) da posizione di quiete:
$S = 0,5\ dt^2$, $V_f = dt$,
$t = 2S \quad V_f$, $d = 2S \quad t$.
Esempio 1 -
Quale spazio percorre un corpo in 11 s con una decelerazione di 0,2 m/s² ?
$S = 0,5dt^2 = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 11^2 = 12,1$ m.
Esempio 2 -
Quale velocita finale raggiunge lo stesso corpo dopo 11 s ?
$V_f = dt = 0,2 \quad 11 = 2,2$ m/s.

- b) con velocita iniziale

$S = V_i t - 0,5\ dt^2$, $V_f = V_i - dt$

$V_i = \sqrt{V_f^2 - 2dS}$, $t = (V_i - V_f) \quad d$;

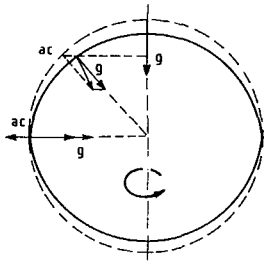
$d = (V_i^2 - V_f^2) \quad 2S$.

Esempio 1 -
Quale spazio percorre un corpo in 11 s, con velocita iniziale di 4,6 m/s² e con decelerazione di 0,2 m/s² ?
$S = V_i t - 0,5\ dt^2 =$
$= 4,6 \cdot 11 - 0,5 \cdot 0,2 \cdot 11^2 = 38,5$ m.
Esempio 2 -
Quale velocita finale raggiunge lo stesso corpo in 11 s ?
$V_f = V_i - dt =$
$= 4,6 - 0,2 \cdot 11 = 2,4$ m/s.

Accelerazione di gravita

Tutti i corpi materiali sono soggetti alla forza di gravita (peso) esercitata su di essi dalla massa terrestre.
La forza di gravita e proporzionale alla massa dei corpi sui quali agisce e inversamente proporzionale al quadrato della distanza, del corpo, dal centro della Terra.

La costante di proporzionalita e l'accelerazione di gravita ed il suo modulo si indica col simbolo " g "



La variazione, dovuta a tale proporzionalita, e rilevabile anche sulla superficie della Terra a causa dello schiacciamento dei poli, inoltre la rotazione terrestre provoca una accelerazione centrifuga (a_c), diretta in ogni luogo, perpendicolarmente all'asse di rotazione.
Questi due fenomeni combinati, provocano, al livello del mare, le seguenti variazioni di g:

Latitudine	0	g m/s²	9,78039
"	10	" "	9,78195
"	20	" "	9,78641
"	30	" "	9,79329
"	40	" "	9,80171
"	50	" "	9,81071
"	60	" "	9,81918
"	70	" "	9,82608
"	80	" "	9,83059
"	90	" "	9,83217

Moto di caduta

Quando: H = altezza di caduta (m)
g = accelerazione terrestre (media 9,81 m/s²)
V_f = velocita finale (m/s)
t = tempo (s), allora:

$H = 0,5\ gt^2$,

$V_f = gt = \sqrt{2gH}$.

segue

segue: Formule di meccanica

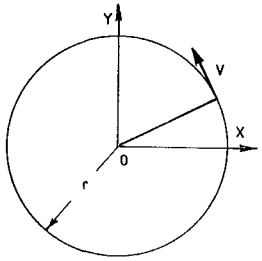
Esempio 1 -
Quale altezza di caduta percorre un corpo in 9 s ?
$H = 0,5\ gt^2 =$
$= 0,5 \quad 9,81 \quad 9^2 = 397,3$ m.
Esempio 2 -
Quale velocita finale raggiunge lo stesso corpo all'arrivo ?
$V_f = gt = 9,81 \cdot 9 = 88,29$ m/s.
Esempio 3 -
Quale velocita finale raggiunge un corpo nella caduta da una altezza di 30 m ?

$V_f = \sqrt{2gH} =$

$= \sqrt{2 \quad 9,81 \quad 30} = 24,26$ m/s.

Moto circolare uniforme

E' il piu semplice dei moti curvi nel quale la traiettoria e un cerchio di raggio r; la velocita e costante in ogni punto della traiettoria, ma il vettore v, di grandezza costante, muta di direzione in ogni istante, rimanendo sempre tangente alla circonferenza.



Si definisce come velocita angolare, l'angolo descritto dal raggio vettore, nell'unita di tempo.
Quando: δ = angolo di rotazione (rad), ω = velocita angolare (rad/s) allora:

$\delta = \omega t$, $\omega = \delta \quad t$, $t = \delta \quad \omega$

Esempio 1 -
Quale angolo di rotazione avra compiuto un corpo in 15 s, con velocita angolare di 0,8 rad/s ?
$\delta = \omega_t = 0,8 \cdot 15 = 12$ rad.

Esempio 2 -
Quale velocita angolare possiede un corpo che compie una rotazione di 24 rad in 5 s ?

$\omega = \delta \quad t = 24 \quad 5 = 4,8$ rad/s.
Esempio 3 -
Quale tempo impiega un corpo a compiere una rotazione di 12 rad alla velocita angolare di 1,2 rad/s ?

$t = \delta \quad \omega = 12 \quad 1,2 = 10$ s.

Relazione tra moto angolare e moto lineare

Quando: V = velocita periferica (m/s), r = raggio (m), n = numero di giri (giri/min) ω = velocita angolare (rad/s), δ = angolo di rotazione (rad), S = spazio percorso (m) allora:

$V = r\omega$, $\omega = (2\pi n):60 = 0,10472\ n$,

$S = r\delta$

Moto circolare uniformemente accelerato

Quando: a_α = accelerazione angolare (rad/s²), ω_f = velocita angolare finale (rad/s), ω_i = velocita angolare iniziale (rad/s²)
- a) da posizione di quiete

$\delta = 0,5 a_\alpha t^2$, $\omega_f = a_\alpha t$,

$t = 2\delta \quad \omega_f$, $a_\alpha = 2\delta \quad t^2$

Esempio 1 -
Un corpo che si trova in quiete subisce un'accelerazione angolare di 0,2 rad/s² Quale angolo di rotazione avra compiuto in 15 s ?

$= 0,5 a_\alpha t^2 = 0,5 \cdot 0,2\ 15^2 = 22,5$ rad
Esempio 2 -
Quale velocita finale avra raggiunto lo stesso corpo ?

$\omega_f = a_\alpha t = 0,2 \quad 15 = 3$ rad/s.

- b) con velocita iniziale

$\delta = \omega_i t + 0,5 a_\alpha t^2$, $\omega_f = \omega_i + a_\alpha t$,

$\omega_i = \sqrt{\omega_f^2 - 2a_\alpha}$, $t = (\omega_f - \omega_i) . a_\alpha$

$a_\alpha = (\omega_f^2 - \omega_i^2) \quad 2\delta$
Esempio 1 -
Quale angolo di rotazione avra

segue

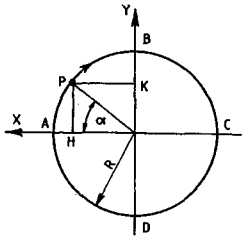
segue: Formule di meccanica

compiuto un corpo con velocita iniziale di 0,4 rad/s e accelerazione angolare di 0,2 rad/s in 12 s ? $\delta = \omega_1 t + 0,5\, a_\alpha t^2 =$
$= 0,4\ 12 + 0,5\ 0,2\ 12^2 = 19,2$ rad
Esempio 2 -
Quale velocita finale avra raggiunto lo stesso corpo ?
$\omega_f = \omega_1 + a_\alpha t =$
$= 0,4 + 0,2\ \ 12 = 2,8$ rad/s.

Moto armonico

Un punto P ruota uniformemente intorno al punto O alla distanza R, partendo dal punto A e girando per esempio, in senso orario.
Facendo ω la sua velocita angolare, al tempo t, il vettore $\overline{P-O}$ ha descritto l'angolo $\varphi = \omega t$ e il punto P ha descritto l'arco $\widehat{P-A} = R\omega t$. I punti H e K proiezioni del punto P sugli assi, rispettivamente x e y, si muovono in modo che le distanze

$$O-H = x = R \cos \omega t$$
$$O-K = y = R \operatorname{sen} \omega t \qquad (a)$$



Risulta chiaro dalla figura che, via via che P si allontana da A, i segmenti OH variano lentamente e i segmenti OK variano piu rapidamente, mentre avviene il contrario quando P si avvicina a B
Analogamente per i punti C e D.
Quando il punto P e ritornato in A e ricomincia un'altro giro, il segmento OH ≡ OA e il maggiore fra tutti i segmenti, esso e l'ampiezza, mentre OK ≡ 00 = 0 e nullo.
L'opposto al passaggio per il punto B (ugualmente per C e D)
Il moto dei punti H e K e un moto oscillatorio ed anche armonico.
Quadrando e sommando le (a), si elimina il parametro tempo

$$x^2 = R^2 \cos^2 \omega t$$
$$y^2 = R^2 \operatorname{sen}^2 \omega t$$

$$x^2 + y^2 = R^2$$

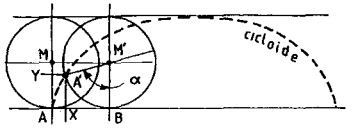
da cio: il moto circolare uniforme da origine a due moti oscillatori su due diametri ortogonali del cerchio. Se l'inizio del moto non coincide con A, si avra:

$$x = R \cos (\omega t + \varphi o)$$
$$y = R \operatorname{sen} (\omega t + \varphi o) \qquad (a)$$

dove φ o, angolo che definisce la posizione iniziale e detto fase iniziale

Moto rotatorio e moto traslatorio

(Come risultante per i punti di una ruota su un piano)
Mentre la ruota gira intorno al proprio asse M- M'- M"- .i punti periferici, come A, si spostano in A'- A"- A"' - .descrivendo una curva detta cicloide.



L'ascissa del punto A' dopo che la ruota ha girato di un angolo φ cioe l'arco percorso e $AB = R\varphi$, risulta:

$$x = AB - xB = R\varphi - R \operatorname{sen} \varphi = R(\varphi - \operatorname{sen} \varphi)$$

mentre l'ordinata corrispondente e:
$y = MB - R\cos\varphi = R - \cos\varphi = R(1 - \cos\varphi)$

poiche l'angolo φ e percorso con

segue

segue: Formule di meccanica

velocita angolare ω costante, risulta $\varphi = \omega t$, quindi.

$$x = R\ (\omega t - \operatorname{sen} \omega t)$$
$$y = R\ (1 - \cos \omega t)$$

coordinate parametriche da cui si puo ricavare la curva fra i due punti singolari, dove il punto A giace sulla linea di rotolamento.

Forza-massa accelerazione

Forza: una forza si puo definire come qualsiasi causa che tende a modificare lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme di un corpo. Massa: due corpi che hanno lo stesso volume e siano costituiti della stessa sostanza, hanno la stessa massa, cioe la stessa quantita di materia. Ponendo i due corpi sui due piatti di una bilancia, questa resta in equilibrio, poiche nella stessa localita uguali masse subiscono uguale gravita.
Ponendo: F = forza (N), m = massa (kg), a = accelerazione (m/s^2) avremo:
a = F m , F = ma , m = F a
Esempio 1 -
Quale accelerazione impartisce la forza di 90 N ad un corpo avente massa di 45 kg ?
a = F m = 90 45 = 2 m/s.
Esempio 2 -
Quale forza e necessaria per imprimere allo stesso corpo, l'accelerazione di 2 m/s^2 ?
F = ma = 45 2 = 90 N.

Forza centrifuga

E' l'azione che un corpo,moventesi lungo una traiettoria curvilinea, esercita sul vincolo che lo collega al centro di rotazione.
(La forza centripeta e la reazione del vincolo sul corpo in movimento) Ponendo: Fc = forza centrifuga (N), m = massa (kg), n = numero giri al minuto (giri/min), r = raggio (m), ω = velocita angolare (rad/s) avremo:
$Fc = mr\,\omega^2$, $\omega^2 = Fc$ (mr) ,
m = Fc $(r\omega^2)$
Esempio 1 -
Quale forza centrifuga sviluppa un corpo di massa 20 kg con velocita angolare di 15 rad/s e raggio di 0,3 m ?
$Fc = mr\omega^2 = 20 \cdot 0,3 \cdot 15^2 = 1350$ N.
Esempio 2 -
Quale velocita angolare possiede un corpo di massa 20 kg, che ruota con raggio di 0,3 m e sviluppa una forza centrifuga di 1350 N ?
$\omega^2 = Fc$ (mr) =
$= 1350 : (20 \cdot 0,3) = 225 = 15$ rad/s.
Esempio 3 -
Quale massa avra un corpo che ruotando a velocita angolare di 15 rad/s, con raggio di 0,3 m, sviluppa una forza centrifuga di 1350 N ? m = Fc $(r\omega^2)$ =
= 1350 (0,3 15^2) = 20 kg.

Energia

Quando un corpo e capace di lavoro attivo o di superare resistenze si dice in possesso di energia
L'energia meccanica puo essere: cinetica, se posseduta dal corpo in relazione del suo movimento o potenziale per la sua posizione, fuga di forze, deformazione elastica, (l'energia non meccanica puo derivare da cause termiche, chimiche, elettriche, ecc).Il movimento di un corpo puo essere: di sola traslazione, sola rotazione, oppure di entrambe.

Energia cinetica

a) dovuta alla traslazione di un corpo. Quando: E_{CT} = energia cinetica da traslazione (J), m = massa (kg), V = velocita (m/s) allora:

$$E_{CT} = 0,5\ mV^2$$

b) dovuta a rotazione. Quando E_{CR} = energia cinetica da rotazione (J), I = momento d'inerzia (kg/m^2), ω = velocita angolare (rad/s^2) allora:

$$E_{CR} = 0,5\ I\ \omega^2$$

Energia cinetica totale

Quando: E_T = energia cinetica totale (J), r = raggio di rotazione (m) allora:
$E_T = 0,5\ mV^2 + 0,5\ \omega^2 =$
$= 0,5\ m\ (V^2 + r^2 + \omega^2)$

segue

segue: Formule di meccanica

Energia potenziale

Un corpo elevato da terra di una certa altezza, acquista energia potenziale a causa della sua posizione in un campo di forze che, in questo caso, sono provocate dalla gravitazione terrestre. L'energia potenziale E_{pf} del corpo di massa m e mgH. Se il corpo e lasciato cadere da quell'altezza, la sua energia potenziale E_{pf} si converte in energia cinetica che sara:

$$E_{pf} = mgH$$

dove: E_{pf} = energia potenziale(J) g = gravitazione terrestre (9,81 m/s^2), H = altezza (m)

Energia potenziale elastica

Un diverso tipo di energia e quella posseduta dalle molle a compressione o estensione dovuta alla loro energia potenziale elastica. Il risultato del lavoro L, fatto da una molla a compressione avente costante k e distanza S e:

$$L = k \quad S^2 \quad 2$$

dove: L = lavoro(J), k = costante della molla (Nm), S = distanza(m)

Relazione tra lavoro e energia

In teoria, se si escludono le perdite di energia dovute ad attriti resistenze dell'aria, ecc., l'energia che il lavoro imprime ad un corpo e uguale al lavoro eseguito sul corpo stesso. Questa energia puo essere: cinetica, potenziale oppure una combinazione di entrambe. Nella pratica invece le quantita di energia perduta e di quella acquistata devono essere tenute presenti. La relazione tra lavoro fatto (L), l'energia perduta (E_p) e l'energia acquistata (E_T) si esprimono con:

$$E_T = L - E_p$$

Esempio -
Su un piano e mosso un corpo di massa 180 kg, alla velocita di 2 m/s. Qual'e l'energia cinetica del corpo ?
$E_{CT} = 0,5mV^2 = 0,5 \cdot 180 \cdot 2^2 = 360J$
Esempio 2 -
(stessi dati dell'esempio 1) lavoro prestato con attrito (μ=0,2) $\mu mg = 0,2 \cdot 180g = 0,2 \cdot 1765,8 = 353$ N il tempo t richiesto perche il corpo si arresti sara:
(- 353) t = 180 (0 - 2) quindi
t = 180 2 353 = 1,02 s.
L'energia cinetica del corpo e uguale al lavoro con attrito e cioe: $353 \cdot s = 353 \cdot 1,02 = 360$ J
La distanza S di cui si muove il corpo, prima di fermarsi, sara:
360 353 = 1,02 m.

Lavoro compiuto da forze e coppie

Il lavoro L, fatto da una forza mobile F, lungo alcune linee, e il prodotto della distanza S e la componente F cos del corpo in direzione di S.

$$L = FS \cos\alpha$$

dove: F = forza (N), α angolo tra le linee di forza e la linea di S Se la forza e nella stessa direzione del movimento, allora α = cos 0 = 1 e la formula si riduce a:

$$L = FS$$

similmente il lavoro fatto da una coppia M, che muove un oggetto di un angolo ω e:

$$L = Mt\omega$$

dove: Mt = momento torcente (N·m)

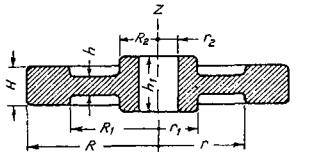
Lavoro e potenza

Per determinare lavoro e potenza nei termini della forza applicata e la velocita nel punto di applicazione della forza. Quando: L = lavoro (J), P = potenza (W), F = forza (N), V = costante o velocita media (m/s), S = distanza (m), allora:

$$L = F\ S = P \cdot t = F \cdot V \cdot t$$
$$P = F \cdot V = F \cdot S : t = L : t$$
$$F = P \cdot V = L : S = L.(V \cdot t)$$
$$V = P : F = L.(F \cdot t)$$
$$S = P \cdot t : F = L : F$$
$$t = F \cdot S : P = L.(F \cdot V)$$

Esempio -
Un carico con massa 250 N e sollevato di 5 m in 18 s, a mezzo di una gru. Quale sara la potenza richiesta ?
$P = F \cdot S : t = 250g \cdot 5 : 18 = 681,25$ W.
($250g = 250 \cdot 9,81 = 2452,5$)

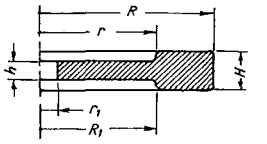
Volano



Momento d'inerzia Iz ($kg \cdot m^2$)
$Iz = 0,5\pi H\gamma (R^4 - r^4)$

γ(acciaio) = 7850 kg/m^3, (ghisa)= 7200 kg/m^3, R, r, h (dimensioni) in metri, Iz (totale) = Iz(Rr)+Iz ($R_1 r_1$) + Iz($R_2 r_2$)

Organo rotante di rilevante momento d'inerzia (I) rispetto al proprio asse, costituito da una ruota d'acciaio o ghisa a razze, oppure a disco con corona esterna massiccia e pesante.
La sua funzione e di immagazzinare energia cinetica, quando la velocita di rotazione del motore tende ad accelerare e di restituirla quando tende a diminuire.
Se durante un ciclo la velocita istantanea angolare dell'albero varia tra ω_1 (max) e ω_2 (min), la velocita media durante il ciclo e: $\omega = (\omega_1 + \omega_2).2$ e la regolarita del motore e tanto maggiore quanto minore e la differenza $\omega_1 - \omega_2$
Si chiama coefficiente di irregolarita il rapporto $(\omega_1 - \omega_2) : \omega$ e si puo dimostrare che detto rapporto diminuisce, ossia il funzionamento del motore risulta piu regolare, quanto maggiore e il momento d'inerzia del volano.
Il dimensionamento di un volano puo nascere da un compromesso fra opposte esigenze, come ad esempio grande momento d'inerzia per marcia al minimo e avviamento del motore; piccolo momento d'inerzia per il passaggio rapido da un numero di giri ad un'altro.
Esempio di calcolo:
Volano a disco, senza mozzo, in acciaio, R = 0,61 m, r = 0,54 m, H = 0,164 m, R_1 = 0,54 m , r_1 = 0,08 m, h = 0,08 m, ω(veloc. ang) = 75 rad/s, t (tempo) = 180 s.

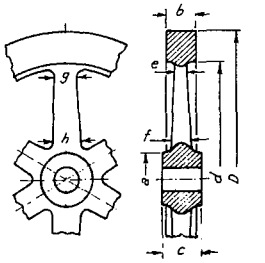


Iz (della corona circolare) = $=0,5\pi H\gamma(R^4 - r^4) = 0,5 \cdot \pi \cdot 0,164 \cdot 7850 \cdot (0,61^4 - 0,54^4) = 108,04$ kg m^2
Iz (del disco) = $0,5\pi h\gamma(R_1^4 - r_1^4) = 0,5 \cdot \pi \cdot 0,08 \cdot 7850 \cdot (0,54^4 - 0,08^4) = 83,84$ kg m^2
Iz(tot.)=108,05+83,84=191,88 kg m^2
Coppia d'avviamento C (Nm) =Iz·$\dot{\omega}$
$\dot{\omega}$ (moto uniform. accel.) = ω t= = 75:180 = 0,417 rad/s^2
C=Iz·ω =191,88·0,417 = 80,01 Nm.

Esempio dimensionamento di volani per macchine

D	d	a	b	c	e	f	g	h
				mm				
610	432	152	76	89	32	35	70	83
760	560	178	89	102	35	38	75	95
915	685	203	102	114	38	44	83	108
1065	825	230	114	127	44	51	89	114
1220	969	255	114	140	44	51	95	121
1370	1090	280	121	152	51	57	102	127
1525	1220	305	127	165	57	64	114	140
1830	1475	330	140	178	64	70	127	165
2135	1725	355	152	203	76	89	140	191
2440	1980	380	178	209	89	102	152	229

V = velocita max ammissibile (ghisa) in giri/min; dm = diametro medio della corona in m. V=591:dm.



Pendolo

Pendolo semplice

Se l'angolo α, formato dal pendolo con la verticale e piccolo, si dimostra che, in assenza d'attrito, le oscillazioni del pendolo hanno tutte la stessa durata.

$T = 2\pi\sqrt{l:g}$
T = periodo per un ciclo completo(s)
$g=9,81\ m/s^2$ acc.gravita.

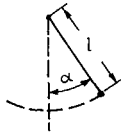


Fig. 1 - Pendolo semplice

Il periodo del pendolo semplice e dato da: $T=2\pi\sqrt{l:g}$. Se l'angolo, non e tanto piccolo da confondersi con senα, allora il periodo dipende dall'ampiezza angolare delle oscillazioni ed e dato da:

$T = 2\pi\sqrt{l:g(1+1/4\ sen\alpha.2)}$

Il periodo di un pendolo, non dipende dalla sua massa, sempre con l'ipotesi di trascurare l'azione frenante dell'aria. Poiche il periodo di un pendolo e praticamente indipendente dall'angolo α, il pendolo viene usato come cronometro: basta scegliere opportunamente la lunghezza l, perche esso possa battere il secondo, ovvero abbia periodi di due secondi, in pratica, poiche l'attrito nel punto di sospensione non e trascurabile, gli orologi a pendolo diminuiscono il loro periodo dopo ogni oscillazione, percio vengono dotati di un meccanismo automatico detto scappamento, che rifornisce l'energia dissipata in attr.

$T = 2\pi\sqrt{Io:mgr}$
Io = momento d'inerzia rispetto all'asse di sospens.
m = massa del corpo (kg)

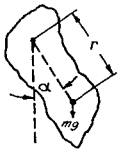


Fig. 2 -Pendolo fisico o composto

In pratica, tutti i pendoli reali sono pendoli composti in quanto il pendolo semplice e una pura astrazione matematica essendo praticamente impossibile, realizzare un filo di sostegno senza peso e un corpo oscillante di dimensioni puntiformi.

$T=2\pi\sqrt{l\ cos\alpha:g}$

oppure:

$T=2\pi\sqrt{r\ cot\alpha:g}$

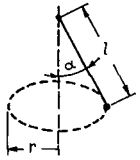


Fig. 3 - Pendolo conico.

Il principio del pendolo conico si impiega nel regolatore centrifugo di Watt.

Varieta di pendoli composti

a) Pendolo reversibile di Kater, usato per la determinazione dei momenti di inerzia.

b) Pendolo geodetico, per misurare come varia l'accelerazione di gravita da punto a punto sulla superficie terrestre ($g=4\pi^2\ l.\ T^2$)

c) Pendolo doppio di Righi, usato per lo studio della composizione dei moti armonici.

d) Pendolo di Maxwell. Una ruota sospesa,su due fili inestensibili avvolti in senso concorde sull'asse viene lasciata libera di scendere per il proprio peso rotolando allo svolgersi dei fili. Alla fine della discesa ha trasformato in energia cinetica di rotolamento tutta l'energia potenziale. Continuando a ruotare e, riavvolgendo i fili nell'altro senso risale verso l'alto. In assenza di attrito la ruota tornerebbe alla quota iniziale costituendo un vero e proprio pendolo.

e) Pendolo torzionale

$T = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{\pi Q r^2 l}{d^4\ G}}$

Q = massa del disco (kg)
G = modulo elastico (N/m^2)

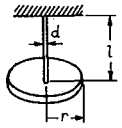


Fig. 4 - Pendolo torzionale.

N. B. Nella formula del pendolo torzionale si possono usare dimenzioni in mm, e G in N/mm^2

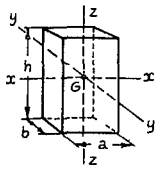
Centri di gravita G e momenti di inerzia polare di massa

- Centro di gravita -

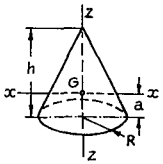
Punto fisso caratteristico di un corpo materiale in cui e applicata la forza, risultante di tutte le forze o attrazioni prodotte dalla gravita, determina il peso del corpo. Nella meccanica di un corpo rigido,il peso si considera concentrato nel centro di gravita. La posizione del centro di gravita e fissato indipendentemente dalle possibili orientazioni del corpo. Un corpo sospeso per il centro di gravita conserva la sua posizione iniziale (e in equilibrio indifferente)

- Momento d'inerzia I -

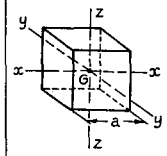
Il momento d'inerzia di un corpo, rispetto ad un asse, é la somma dei prodotti degli elementi di massa del corpo, per il quadrato della loro distanza dall'asse, ovvero e il prodotto della massa del corpo, per il quadrato della distanza, dal punto in cui si suppone condensata tale massa (m)



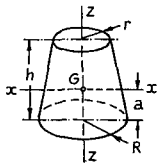
Parallelepipedo
$G = 1/2\ h$
$Iz = \frac{m}{12}(a^2 + b^2)$
$Ix = \frac{m}{12}(b^2 + h^2)$
$Iy = \frac{m}{12}(a^2 + h^2)$



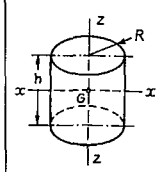
Cono retto circ.
$a = 1/4\ h = G$
$Iz = \frac{3m}{10}R^2$
$Ix = \frac{3m}{20}(R^2 + \frac{h^2}{4}$



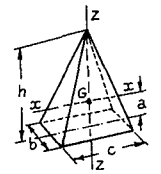
Cubo
$G = 1/2\ a$
$Iz = Ix = Iy = \frac{ma^2}{6}$



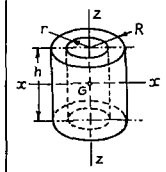
Tronco di cono a basi parallele
$a=\frac{h(R^2+2Rr+3r^2)}{4(R^2+Rr+r^2)}=G$
$Iz = \frac{3m(R-r)}{10(R^3-r^3)}$



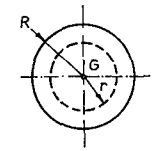
Cilindro retto
$G = 1/2\ h$
$Iz = 0,5\ mr^2$
$Ix = m\ (\frac{h^2}{12} + \frac{r^2}{4})$



Piramide a base rettangolare
$a = 1/4\ h = G$
$Iz = \frac{m}{20}(b^2+c^2)$
$Ix = m\ (\frac{3}{80}h^2+\frac{b^2}{20})$



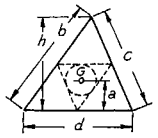
Cilindro cavo
$G = 1/2\ h$
$Iz = 0,5m(R^2+r^2)$
$Ix = \frac{m}{4}(R^2+r^2+\frac{h^2}{3}$



Sfera, rispetto a qualsiasi Ø come asse. Sfera piena
$I = 2/5\ m\ R^2$
Sfera cava
$I = 2/5\ m\ \frac{R-r}{R^3-r^3}$

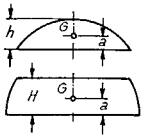
segue

Centri di gravita G - figure e superfici (A = area)



Perimetro del triangolo

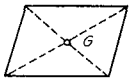
$a = \frac{h\ (b+c)}{2(d+b+c)}$



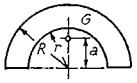
Superficie di calotta sferica e segmento sferico

$a = h \quad 2$

$a = H \quad 2$

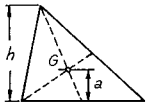


Perimetro ed area del parallelogr G si trova nella intersezione delle diagonali.



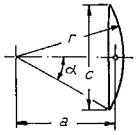
Area di un semianello

$a = 0{,}4244\ \frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}$



Area del triangolo G si trova nella intersezione delle linee mediane

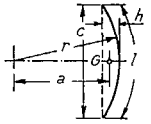
$a = h \quad 3$



Arco del segmento circolare

$a = \frac{c^3}{12A} =$

$= 2/3\ \frac{r^3 \operatorname{sen}^3 o}{A}$



Arco di circolo

$a = \frac{rc}{l} = \frac{c(c^2+4h^2)}{8lh}$

(semicirconfer.)

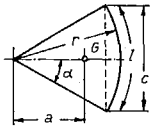
$A = 2r \cdot \pi = 0{,}6366r$

(1/4 di circonf.)

$a = 2r\sqrt{2} : \pi = 0{,}9003r$

(1/6 di circonf.)

$a = 3r \cdot \pi = 0{,}9549r$



Settore circolare

$a = \frac{2rc}{3l} = \frac{r^2 c}{3A} =$

$= 38197r \operatorname{sen} \alpha : \alpha$

(semicerchio)

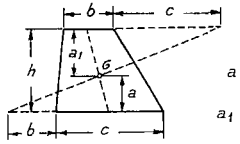
$a = 4r : 3\pi = 0{,}4244r$

(1/4 di cerchio)

$a = 4\sqrt{2r \cdot \pi} = 0{,}6002r$

(1/6 di cerchio)

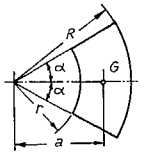
$a = 2r \cdot \pi = 0{,}6366r$



Area del trapezio

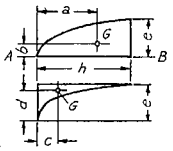
$a = \frac{h(c+2b)}{3(c+b)}$

$a_1 = \frac{h(2c+b)}{3(c+b)}$



Arco di corona circolare

$a = 38{,}197 \cdot \frac{(R^3-r^3)\operatorname{sen} \alpha}{(R^2-r^2)\ \alpha}$



Area della parabola (completa)

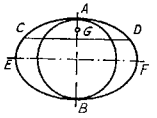
$a = 3h : 5$ (asse A-B)

(meta)

$a = 3h : 5$, $b = 3e : 8$

(area complemen.)

$c = 0{,}3h$, $d = 0{,}75e$



Segmento di ellisse. Il centro di gravita coincide con quello di un segmento di circolo avente Ø = A-B se la corda C-D e parallela all'asse E-F, oppure Ø E-F, se la corda C-D e parallela all'asse A-B.

Leva - Carrucola

Poiche si abbia l'equilibrio in una leva e necessario che la forza applicata F sia uguale e contraria alla resistenza opposta dalla massa m. Con riferimento alla Fig. 1 se L > l la leva si dice vantaggiosa; se L < di l, svantaggiosa; se L = l, indifferente.

Leva di 1a specie (Fig. 1)

Fulcro in posizione intermedia tra la posizione delle due forze. Essa e vantaggiosa, svantaggiosa, o indifferente secondo la posizione del fulcro. Esempio, carrucola fissa, stadera, ecc.

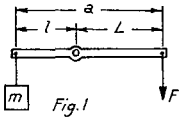


Fig. 1

Equilibrio $F:m = l:L$, $F \cdot L = m \cdot l$

$F \quad (m \cdot l):L$, $m = (F \cdot L).l$

$L \quad (m \cdot a)\ (m+F) = (m\ \ l):F$

$l \quad (F \cdot a)\ (m+F) = (F\ \ L):m$

Leva di 2a specie (Fig. 2)

La massa da sollevare e posta tra il fulcro e la forza. Essa e sempre svantaggiosa. Es. Carriola.

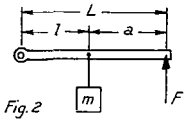


Fig. 2

Equilibrio $F:m = l:L$, $F \cdot L = m \cdot l$

$F \quad (m \cdot l).L$, $m = (F \cdot L).l$

$L \quad (m \cdot a)\ (m-F) = (m \cdot l)\ \ F$

$l \quad (F\ a)\ (m-F) = (F \cdot L)\ \ m$

Leva di 3a specie (Fig. 3)

La forza e in posizione mediana tra il fulcro e la massa da sollevare. Essa e sempre svantaggiosa. Esempio, avambraccio del corpo umano col gomito per fulcro.

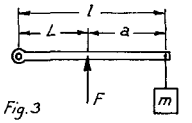


Fig. 3

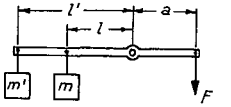
Equilibrio $F:m = l:L$, $F \cdot L = m \cdot l$

$F \quad (m \cdot l).L$, $m = (F \cdot L).l$

$L \quad (m \cdot a)\ (F-m) = (m \cdot l)\ \ F$

$l \quad (F \cdot a)\ (F-m) = (F \cdot L)\ \ m$

Quando piu forze agiscono su una leva di 1a specie:



$F \cdot A = m \cdot l + m' \cdot l'$

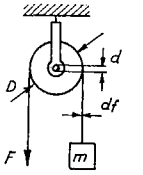
$a = \frac{m \cdot l + m' \cdot l'}{F}$

$F = \frac{m \cdot l + m' \cdot l'}{a}$

Carrucola

a) Carrucola fissa

Si puo considerare come una leva a cui sono applicate la forza traente F e il carico m.



L'equilibrio sara:

$F = m$

Se fosse nullo l'attrito nei perni e nella rigidita della func, F sarebbe uguale a m.

Il rapporto F m e invece sempre superiore a 1 e deriva dal rendimento della carrucola e cioe:

$F = \eta\ \ m$

$\eta c = 1 + \mu \quad (df\ \ D) + 2\mu p \cdot (d:D)$

dove:

ηc = rendimento della carrucola.

μp = coeff. d'attrito del perno.

μ = coeff. d'attrito della fune.

D e d, nel dimensionare la carrucola dipendono da df, percio in pratica ηc si fa dipendere da df. Esempio, per fune con df = 20 mm, ηc e uguale a 1,05.

Per df = 50 mm, ηc e uguale a 1,1

Per qualsiasi tipo di catena ηc e uguale a 1,04.

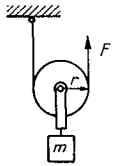
Per funi metalliche ηc e uguale a 1,025.

segue

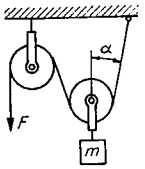
segue: Carrucola

b) Carrucola mobile

Si puo considerare come una leva a cui sono applicate la forza tra ente F con braccio 2r e il carico m con braccio r. L'equilibrio sara: F = m:2. La velocita con la quale m si alza e uguale alla meta della velocita della forza F



Escludendo gli attriti.
F = m 2
Includendo il rendimento del la carrucola:
F=(mηc) (ηc+1)

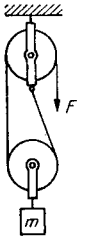


In questo caso
F:m = sec α .2
$F = \frac{m \sec \alpha}{2}$
m = 2F cos α

Applicazioni di carrucole mobili
- Paranchi -

Le considerazioni fatte per la carrucola fissa, circa il rendimento, in relazione all'attrito dei perni e alla rigidita della fune vale, naturalmente, anche per tutti i meccanismi che, basandosi sugli stessi principi, impiegano in diversi modi gli stessi componenti.

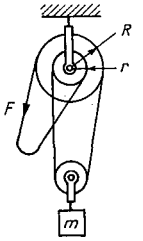
a) Paranco semplice



Nel paranco semplice si applica una carrucola mobile e una fissa che serve da rinvio. La velocita di sollevamento di m e la meta della forza F
F = m 2

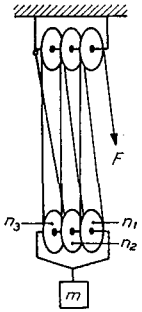
b) Paranco semplice differenziale

Molto usato con catene e puleg ge ad impronte.



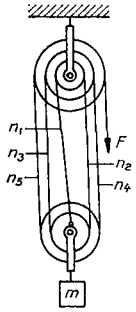
FR=1/2m(R-r)
$F = \frac{m\ (R-r)}{2R}$
$m = \frac{2\ F\ R}{R - r}$

c) Paranco multiplo
In un sistema di n carrucole mobili, l'equilibrio sara:



F:m = 1.2n
F = m 2n
m = F 2n

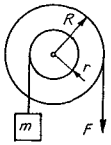
d) Paranco multiplo differenziale
La velocita di spostamento di m e uguale a 1 n della velocità della forza F



$F = m\ \frac{1}{n}$

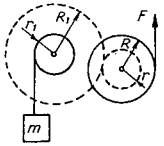
Verricello - Cuneo - Vite

a) Verricello semplice
R = raggio manov



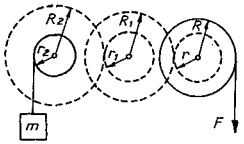
F:m = r:R
F·R = m:r
F=(m·r):R
m=(F R):r
r=(F R):m
R=(m·r):F

b) Verricello ad ingranaggi
R = raggio manov



(2 verricelli semplici disposti in serie)
$F = m\ \frac{r\ r_1}{R\ R_1}$
$m = F\ \frac{R \cdot R_1}{r\ r_1}$

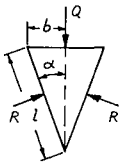
c) Verricello a piu ingranaggi



R = raggio manovella
$F = m\ \frac{r\ r_1\ r_2}{R \cdot R_1\ R_2}$
$m = F\ \frac{R \cdot R_1\ R_2}{r\ r_1\ r_2}$

Cuneo
Macchina elementare formata da un solido di forma triangolare con due lati, normalmente, formanti un angolo acuto.

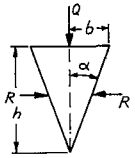
a) Cuneo con reazione normale ai fianchi



Trascurando l'attrito:
$Q=2R\ \frac{b}{l} = 2R \cdot \text{sen}\ \alpha$
$R=Q\ \frac{l}{2b} = \frac{1}{2} Q \cdot \text{csc}\ \alpha$
Con l'attrito:
Q = 2R·(μ cos α+ + sen α)
(μ=coeff. attr)

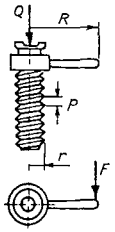
Serve ad aumentare gli sforzi esercitati sulla sua base.
Le reazioni alla sua azione sono, nello stesso tempo, il lavoro che compie il cuneo; esso e tanto piu efficace quanto piu piccolo e il suo angolo di penetrazione.
Hanno forma di cuneo i taglienti di alcuni utensili,scalpelli,ecc.

b) Cuneo con reazione normale all'asse



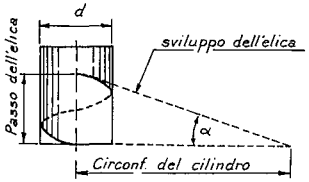
Trascurando l'attrito:
$Q = 2R \cdot \frac{b}{h} = 2R \cdot tg\ \alpha$
$R = Q\ \frac{h}{2b} = \frac{1}{2} Q \cdot ctg\ \alpha$
Con l'attrito:
Q = 2R·tg(α +β)
(coeffic. di attrito= μ = tg β)

Vite



Trascurando l'attrito:
$F = Q \cdot \frac{p}{2\pi R}$
$Q = F \cdot \frac{2\pi R}{p}$
Con l'attrito:
(in direzione di Q)
$F = Q\ \frac{2\pi\mu r - p}{2\pi r + \mu p}\ \frac{r}{R}$
(in direzione opposta a Q)
$F = \frac{p + 2\pi\mu r}{2\pi r - \mu p}\ \frac{r}{R}$

Calcolo dell'angolo dell'elica della vite

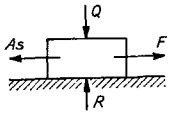


$tang\ \alpha = \frac{passo}{d\pi}$

Attrito radente o di strisciamento

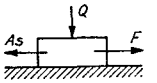
- Nota sull'attrito radente -

La resistenza d'attrito che si ha quando due corpi strisciano uno sull'altro, dipende dalla natura dei materiali, dal grado di rugosita delle loro superfici e dalla presenza o meno di lubrificante.
Il lavoro delle forze di attrito, e sempre negativo; esso e pero di grande utilita nei casi in cui viene impiegato per trasmissioni di moto, nelle viti, nei freni, ecc.
Esaminiamo ora come si comporta un corpo, che dalla posizione di quiete venga fatto strisciare su un piano orizzontale.



Quando:
Q = carico (o solo la massa del corpo)
R = reazione vincolare all'appoggio.
F = forza traente.
As = forza di attrito statico.
Ad = forza di attrito dinamico.
μs = coefficiente di attrito statico.
μd = coefficiente di attrito dinamico.
Se $F = As < \mu s\ Q$, il corpo rimane fermo.
In questo caso l'attrito statico uguaglia perfettamente la forza F.
Quando $F = As = \mu s\ Q$, sta per realizzarsi il distacco; infatti appena F supera la forza di distacco si avra $F > As = \mu d\ Q$ e il corpo si disporra in moto accelerato.
Successivamente per mantenere il corpo con moto di velocita costante, avremo: $F_1 = Ad = \mu d\ Q$, dove la forza F_1 e minore di quella accorsa per il distacco, perche la velocita e costante e compensata dalla forza d'attrito Ad (minore di As) uguale e contraria a F_1

- Solido su un piano orizzontale -



$F = Q \cdot \mu$
$\mu = F / Q$
$Q = F / \mu$

dove:
F = forza traente.
Q = carico (normale alla superficie di contatto)
As = resist. di attrito radente.
μ = coefficiente d'attrito.
Coefficienti di attrito radente μ per medie pressioni (valori approssimativi)
Possono ritenersi indipendenti da l'area di appoggio se Q e < di 5 N/mm^2 e la velocita relativa dei corpi e < di 4 m/s.
Volendo valori precisi, si dovranno eseguire prove in condizioni, le piu simili alla realta, su un piano ad inclinazione variabile (vedi angolo di attrito radente)

Natura materiali in contatto	Coeff. μ
superf. secche	
metallo su metallo	0,15÷0,30
" " legno	0,20÷0,60
" " pietra	0,30÷0,50
legno su legno	0,25÷0,50
" " pietra	0,30÷0,60
cuoio "metallo o legno	0,25÷0,60
corda " " " "	0,30÷0,50
caucciù" " " "	0,50÷0,80
superf. bagnate	
metallo su metallo	0,30
" " legno	0,24
legno su legno	0,25
superf. lubrificate	
metallo su metallo	0,04÷0,13
" " legno	0,06÷0,16
legno su legno	0,06÷0,16
cuoio " metallo o legno	0,20÷0,30
corda " " " "	0,30÷0,40

I coeff. suesposti si devono considerare di attrito dinamico (μd)
Di primo distacco, l'attrito (μs) e da 1,5 a 3 volte maggiore.
Esempio: Forza traente da applicare ad un corpo metallico avente massa di 4900 N, su piano di legno bagnato per mantenerlo in moto relativo con veloc. uniforme:
$F = As = Q \cdot \mu = 4900 \cdot 0,24 = 1176$ N.

segue

segue: Attrito radente o di strisciamento

- Nota sull'angolo d'attrito -

Soluzione dell'angolo di attrito attraverso le risultanti di FQ e RAs quando, al posto dei coefficienti di attrito, si usano gli angoli d'attrito.

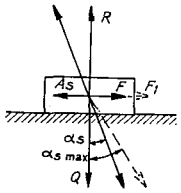
L'angolo di attrito statico αs e formato dalla risultante del carico Q e della forza F

Il massimo valore di αs, corrisponde alla forza di distacco, e risulta $tg\ \alpha s\ max = \mu s$.

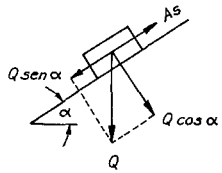
Similmente l'angolo che il risultante di Q e F_1 forma con la normale dell'appoggio si dice angolo di attrito dinamico.

In questo caso F_1 mantiene il corpo a velocita costante e il suo valore e $tg\ \alpha d = \mu d$.

La risultante di Rs e di A e la reazione vincolare dell'appoggio ruvido, essendo R quello normale all'appoggio liscio.



- Angolo d'attrito radente -



Quando si voglia determinare con sicura precisione il coefficiente d'attrito di un corpo su un piano si stabilisce con una prova pratica l'angolo d'attrito radente.
Esso e l'angolo α di cui e inclinato il piano su l'orizzontale affinche un corpo libero resti in equilibrio o scenda di moto uniforme. Il coeff. d'attrito μ sara dato dalla tangente trigonometrica di α, $\mu = tg\ \alpha$

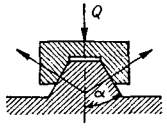
Scanalature cuneiformi simmetriche

- Resistenza d'attrito -

Se oltre alla propria massa preme sul corpo un carico esterno Q, la pressione normale sara la risultante del sistema proiettato sulla perpendicolare al piano.

$$As = \mu \quad sen\ \alpha \quad Q$$

Esempio:
Quale sara la resistenza d'attrito As di una scanalatura metallica, lubrificata, con $\alpha = 20°$ caricata di una massa di 1960 N ?
$As = \mu \quad sen\ \alpha \cdot Q = 0,04 : 0,342 \times 1960 = 229$ N.



- Rendimento -

Un meccanismo, per funzionare, assorbe una certa quantita di energia (energia assorbita o spesa, Es) e ne restituisce una certa quantita minore (energia utile o resa, Er) disperdendone un'altra quantita in attrito, calore, ecc. (energia perduta, Ep), evidentemente:

$$Es = Er + Ep$$

Si chiama rendimento (η) il rapporto tra l'energia resa e l'energia spesa

$$\eta = \frac{Er}{Es} \quad \text{oppure}$$

$$\eta = \frac{Er}{Er + Ep}$$

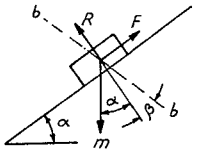
Quindi il rendimento non raggiunge mai l'unita (esso e sempre maggiore di zero e minore di uno)

Attrito nel piano inclinato - Attrito volvente o di rotolamento

- Nota sul piano inclinato -

Equilibrio delle forze che agiscono su un corpo sostenuto da un piano inclinato.

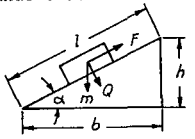
m = massa del corpo.
F = forza traente.
R = reazione del piano inclinato (normale al piano quando non vi e attrito; diretta secondo b-b in presenza di attrito)
α = angolo tra il piano orizzontale e quello inclinato.
β = angolo di attrito.



Il corpo e in equilibrio quando $F = m \operatorname{sen} \alpha$ e percio $R = m \cos \alpha$, normale al piano. In presenza di attrito e angolo α sufficientemente piccolo, il corpo resta fermo sul piano anche in assenza della forza F Oltre un certo limite, l'aumento dell'angolo α determina la discesa del corpo lungo il piano; l'inclinazione , che imprime al corpo una velocita costante e quindi R fa ancora equilibrio a m, si chiama angolo d'attrito e determina l'attrito statico.

- Solido su un piano inclinato -

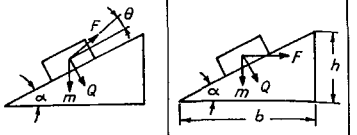
Trascurando l'attrito:



$F = m \quad \frac{h}{l} = m \quad \operatorname{sen} \alpha$	
$m = F \quad \frac{l}{h} = \frac{F}{\operatorname{sen} \alpha} = F \csc \alpha$	
$Q = m \quad \frac{b}{l} = m \quad \cos \alpha$	

Con attrito (coefficiente = μ)

$F = m \quad (\mu \cos \alpha + \operatorname{sen} \alpha)$ (ascendente)	
$F = m \quad (\mu \cos \alpha - \operatorname{sen} \alpha)$ (discendente)	
$F = m \quad (\operatorname{sen} \alpha - \mu \cos \alpha)$ (stazionario)	



Trascurando l'attrito

$F =$	$m \cdot \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \theta}$	$m \cdot \frac{h}{b}$	$= m \cdot tg\, \alpha$
$m =$	$F \cdot \frac{\cos \theta}{\operatorname{sen} \alpha}$	$F \frac{b}{h}$	$= F \cdot ctg\, \alpha$
$Q =$	$m \cdot \frac{\cos(\alpha + \theta)}{\cos \theta}$	$\frac{m}{\cos \alpha}$	$= m \cdot \sec \alpha$

Con attrito (coeff. = μ = tg β)

$F =$	$m \quad \frac{\operatorname{sen}(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha - \beta)}$	$m \quad tg\ (\alpha + \beta)$	

- Attrito volvente o di rotolam.-

- Note sull'attrito volvente -

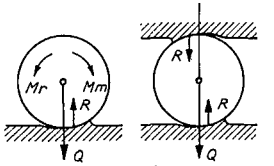


Fig.1 Fig.2

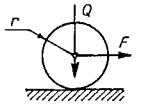
L'attrito volvente (provocato da cause diverse come, deformazioni reciproche, scorrimento, distacco adesione,ecc.) tabulato come coefficiente di attrito volvente (μv) risulta esatto solo per gli elementi con i quali e stato determinato.
Variando questi, il coefficiente e approssimativo.
occorrendo l'esattezza si puo determinare il momento (segue)

segue: Attrito volvente o di rotolamento

segue: Nota sull'attrito volvente

resistente Mr(Mr = μv Q) con una prova pratica, misurando il momento della coppia motrice Mm sufficiente a mantenere in moto, il corpo in esame, con velocita costante. Stabilita la condizione di equilibrio Mr = Mm, si determina μv con la formula μv = Mr Q.
Quando un rullo e caricato sulla periferia (fig. 2) anziche sul centro, il Mr e doppio, ma agendo il carico sul diametro anziche sul raggio, Mm sara la meta e la forza traente sara uguale a quella del caso precedente.
Lo spostamento rispetto al piano, sara invece doppio dello spostamento del rullo.
Il carico per mm di lunghezza,che puo sostenere con sicurezza un rullo di diametro d si puo ritenere: 1 N per rullo di legno, 20 N per rullo in ferro o ghisa, 40 N per rullo in acciaio.

- Rullo su un piano orizzontale -



$$F = \frac{Q \quad \mu v}{r}$$

$$Q = \frac{F \quad r}{\mu v}$$

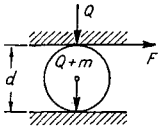
$$\mu v = \frac{F \quad r}{Q}$$

F = forza orizzontale applicata a l'asse del rullo.
Q = carico sul piano.
r = raggio del rullo.
μv = coefficiente d'attrito volv

-Coeff. d'attr volvente μv (cm)-	
materiali in contatto	μv (cm)
Bosso su bosso	0,4
Olmo su quercia	0,1
Ghisa su ghisa	1÷7,5
Ferro su ferro o acc.	0,005
Ferro o ghisa su granito, asfalto o legno	0,02
Ferro o ghisa su terreno duro	0,04÷0,08
Cerchio ferro su strada ordinaria	0,4
su strada asfaltata	0,1
Pneumatico su strada asfaltata	1÷7,5
Ruota ferr. su rotaia	0,005
Cuscinetto acc. temper	0,001

- Rullo caricato di un corpo -

F = forza applicata al carico.
Q = carico sul rullo.
m = massa del rullo.



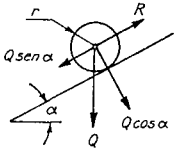
μv = coefficiente d'attrito fra rullo e piano.
μv_1 = coeff. d'attrito fra carico e rullo.

$$F = \frac{\mu v_1 \cdot Q + \mu v \cdot (Q+m)}{d}$$

Esempio: Un rullo di ferro di massa 390 N, avente d = 8 cm, rotola sull'asfalto caricato di un corpo di ferro di massa 31000 N. Per mantenerlo in movimento, quale forza si dovra applicare ?
F= 0,005 31000+0,02 (31000+390) 8 = 97,85 N.

- Angolo d'attrito volvente -

E'l'angolo α di cui e inclinato il piano sulla orizzontale affinche il rullo di raggio r incomincia a rotolare.



$$tg\ \alpha = \mu v \quad r$$

Esempio:

Quale sara l'inclinazione di un piano di legno duro per mantenere spontaneamente in equilibrio (moto uniforme di discesa) un rullo di legno duro con raggio = 18 cm?

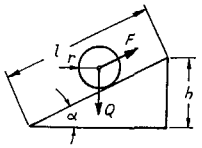
$$tg\ \alpha = \mu v \quad r$$

$$= 0,05 \quad 18 = 0,00278 = 0°\ 9'$$

segue

segue: Attrito volvente o di rotolamento

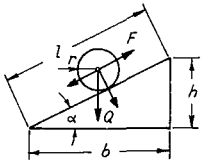
- Rullo su un piano inclinato -



In equilibrio:

$F \quad Q = h \quad (l \quad r)$

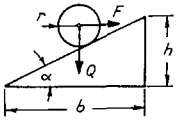
$F = Q \quad \frac{h}{l \quad r} = Q \quad sen\ \alpha \quad r$



Con attrito:

$F = Q \quad \frac{h + \mu v}{r} \quad \frac{b}{l} =$

$= \frac{Q}{r} \quad (sen\ \alpha + \mu v\ cos\ \alpha)$



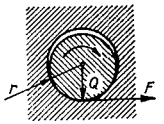
In equilibrio:

$F:Q = h \quad (b \quad r)$

$F = Q \quad \frac{h}{b \quad r} = Q \cdot tg\ \alpha \quad r$

- Attrito nei perni -

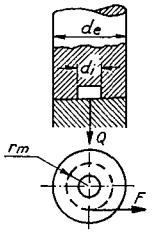
a) Perni portanti -



Q = carico in N,
r = raggio in m,
n = giri/min,
μp = coefficiente d'attrito.

Potenza dissipata dall'attrito in
kW = 0,000105 μp • Q R n
Esempio:
Potenza dissipata in attrito da un perno di acciaio su cuscinetto di bronzo a lubrificazione continua, raggio = 0,045 m, carico = = 56880 N, a 110 giri/min
0,000105 • μp Q r n =
= 0,000105x0,03x56880x0,045x110 =
= 0,87 kW.

b) Perni di spinta -



Q = carico in N,
rm = raggio medio = (de + di) 4
(di = 1/5 - 1/2 di de),
n = giri/min,
up = coefficiente d'attrito.
Potenza dissipata dall'attrito in
kW = 0,000075 μp Q rm n
Esempio:
Potenza dissipata in attrito di un perno di spinta di ghisa su bronzo, a lubrificazione continua avente de = 15 mm, di = 5 mm, caricato con 2900 N, e rotante a 90 giri/min
rm = (de + di) 4 = (15 + 5) 4= 5 mm = 0,005 m
0,000075 • μp Q rm n =
= 0,000075x0,05x2900x0,005x90 =
= 0,0048 kW.

Coefficienti d'attrito nei perni μp

Natura dei materiali		Lubrificaz.	
perno	cuscinetto	alter.	cont.
acciaio	bronzo	0.06	0,03
acciaio	ghisa	0,06	0,01
acciaio	legno duro	0,065	0,05
ghisa	bronzo	0,075	0,05
ghisa	ghisa	0,1	0,09
ghisa	legno duro	0,125	0,1

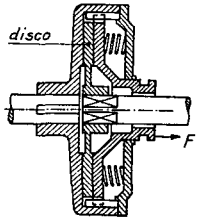
Effetti utili dell'attrito

Fra gli apparecchi che utilizzano l'attrito per il loro funzionamento, i piu noti sono l'innesto a frizione e i freni.

- Innesto a frizione -

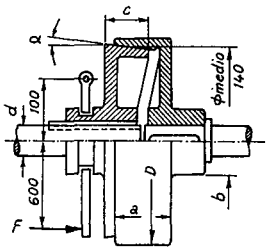
Fra il cambio di velocita e il motore degli autoveicoli, l'innesto a frizione, assolve la funzione di interrompere il collegamento tra motore e organi di trasmissione del moto e ripristinare detto collegamento, dopo l'avviamento del motore, con la progressivita necessaria a vincere la resistenza causata dall'inerzia del veicolo.
L'innesto a frizione puo essere automatico, ma usualmente e comandato a pedale o, come nei motocicli, a mano. Le frizioni a comando meccanico possono essere monodisco o multidisco. Il loro funzionamento si realizza con le forze di attrito provocate dal disco premuto tra il volano e il piatto spingidisco.
Il disco e rivestito, su entrambe le facce di una guarnizione ad alto coefficiente d'attrito. Le molle spingidisco sono usualmente sostituite da una molla diaframma che offre anche il vantaggio di eliminare gli organi di disinnesto.

Schema di innesto a frizione monodisco



In questo caso la forza F disinnesta la frizione vincendo l'azione delle molle sul piatto spingidisco.

Esempio di proporzionamento
D = 4 _ 5 d; a = 2 d; b = 2,25 d;
C = 1,5 d α = 4° _ 10°



Esempio di calcolo: Potenza trasmessa = 2 kW = 2000 J/s, giri al minuto = 250, velocita periferica = 1,83 m/s, materiale: ghisa, coeff. d'attr. u = 0,13, α = 10°
Sforzo tangenziale alla periferia
Ft = 2000 1,83 = 1093 N. F=Ft
u (sen α + u cos α)= 1093:0,13x x(0,1736+0,13x0,9846) = 2536 N.
F = 2536 x 100 600 = 423 N.

- Freno -

Il freno ha lo scopo di impedire ad un corpo di acquistare energia cinetica oppure di dissipare quella posseduta che, in ogni caso, viene convertita in calore.

- Freni meccanici ad attrito -
Formati da uno o due ceppi azionati da un sistema di leve, a volte rivestiti di materiale ad alto coeff. d'attrito che premono su un corpo rotante (veicoli stradali, carri ferroviari, ecc.)

- Freni ad espansione -
In questo caso i ceppi ruotano intorno a due perni e premono l'interno di un tamburo.

- Freni a nastro -
Nel freno a nastro questo, se messo in tensione, abbraccia un tamburo su cui esercita una energica azione frenante. Il nastro d'acciaio e normalmente rivestito di materiale ad alto coeff. d'attr

- Freni a disco -
In questo tipo di freni, l'elemento solidale con la ruota e un disco d'acciaio il quale puo essere serrato tra due pattini d'attrito contenuti nella pinza del freno. E' molto usato su veicoli veloci.

Freni a nastro

F = forza applicata alla leva (N)
Ft = forza tangenziale sulla corona del freno (N), T_1 e T_2 = tensione dei due tratti del nastro,

u = coeff. d'attrito, α = angolo di contatto del nastro sulla corona (rad), e = base dei logaritmi naturali = 2,71828.

- semplice -

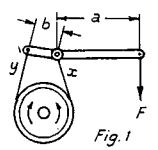


Fig. 1

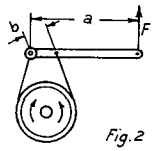


Fig. 2

- differenziale -

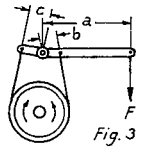


Fig. 3

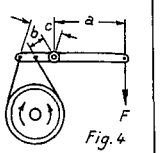


Fig. 4

senso di rotazione destro

$F = \frac{b\ T_2}{a} = \frac{Ft\ b}{a}\left(\frac{e\ \mu\ \alpha}{e\ u\ \alpha - 1}\right)$	$F = \frac{b\ T_1}{a} = \frac{Ft\ b}{a}\left(\frac{1}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$	$F = \frac{c\ T_2 - b\ T_1}{a} = \frac{Ft}{a}\left(\frac{c\ e\ \mu\ \alpha - b}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$	$F = \frac{c\ T_2 + b\ T_1}{a} = \frac{Ft}{a}\left(\frac{c - be\ \mu\ \alpha}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$ (2)

senso di rotazione sinistro

$F = \frac{b\ T_1}{a} = \frac{Ft\ b}{a}\left(\frac{1}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$	$F = \frac{b\ T_2}{a} = \frac{Ft\ b}{a}\left(\frac{e\ \mu\ \alpha}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$	$F = \frac{c\ T_1 - b\ T_2}{a} = \frac{Ft}{a}\left(\frac{c - be\ \mu\ \alpha}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$ (1)	$F = \frac{b\ T_2 + c\ T_1}{a} = \frac{Ft}{a}\left(\frac{be\ \mu\ \alpha + c}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$ (2)

(1) Se c e $\leq$ di b e $\mu\ \alpha$, la forza F sara zero o negativa e il freno risulta automatico.
(2) Se c e = $a\ b$, ridurre le formule a $F = \frac{Ft\ b}{a}\left(\frac{e\ \mu\ \alpha + 1}{e\ \mu\ \alpha - 1}\right)$
La forza F sara uguale in entrambe le direzioni.

$T_1 = Ft\ \frac{1}{e\ \mu\ \alpha}$, $T_2 = Ft\ \frac{e\ \mu\ \alpha}{e\ \mu\ \alpha - 1}$

Le tensioni in x e in y si denominano rispettivamente T_1 e T_2 per rotazione destra. Per rotazione sinistra x e uguale a T_2 e y e uguale a T_1 Il valore della espressione $e\ \mu\ \alpha$ puo essere risolto tramite i logaritmi, oppure si puo usare la seguente tabella, calcolata per i valori piu comuni di μ e di α

Valori di e $\mu\ \alpha$ per diversi valori di μ e di α

α^0	$\frac{\alpha}{2\ \pi}$	μ 0,1	0,12	0,15	0,18	0,2	0,25	0,28	0,30	0,35	0,38	0,4	0,45	0,47	0,5
36	0,1	1,06	1,08	1,10	1,12	1,13	1,17	1,19	1,21	1,25	1,27	1,29	1,33	1,34	1,37
72	0,2	1,13	1,16	1,21	1,25	1,29	1,37	1,42	1,46	1,55	1,61	1,65	1,76	1,81	1,87
108	0,3	1,21	1,25	1,32	1,40	1,45	1,60	1,69	1,76	1,93	2,05	2,13	2,34	2,43	2,57
144	0,4	1,29	1,35	1,46	1,57	1,65	1,87	2,02	2,12	2,41	2,60	2,73	3,10	3,26	3,51
153	0,425	1,31	1,38	1,49	1,62	1,70	1,95	2,11	2,23	2,55	2,76	2,91	3,33	3,51	3,80
162	0,45	1,33	1,40	1,53	1,66	1,76	2,03	2,21	2,34	2,69	2,93	3,10	3,57	3,78	4,11
171	0,475	1,35	1,43	1,56	1,71	1,82	2,11	2,31	2,45	2,84	3,11	3,30	3,83	4,07	4,45
180	0,5	1,37	1,46	1,60	1,76	1,87	2,19	2,41	2,57	3,00	3,30	3,51	4,11	4,38	4,81
189	0,525	1,39	1,49	1,64	1,81	1,93	2,28	2,52	2,69	3,17	3,50	3,74	4,41	4,71	5,20
198	0,55	1,41	1,51	1,68	1,86	2,00	2,37	2,63	2,82	3,35	3,72	3,98	4,74	5,07	5,63
216	0,6	1,46	1,57	1,76	1,97	2,13	2,57	2,81	3,10	3,74	4,19	4,52	5,45	5,88	6,59
252	0,7	1,51	1,66	1,93	2,21	2,41	3,00	3,43	3,74	4,66	5,32	5,81	7,24	7,90	9,02
288	0,8	1,65	1,83	2,13	2,47	2,73	3,51	4,09	4,52	5,81	6,75	7,47	9,60	10,6	12,35
324	0,9	1,76	1,97	2,34	2,77	3,10	4,11	4,87	5,45	7,24	8,57	9,60	12,74	14,3	16,9
360	1,0	1,87	2,12	2,57	3,10	3,51	4,81	5,81	6,59	9,02	10,9	12,35	16,9	19,2	23,14

segue

segue: Freni a nastro

Coeff. frizione freni a nastro

Nastro	Ruota	Condizione	μ
acciaio	ghisa	asciutto	0,18
cuoio	legno	legg. untuoso	0,47
cuoio	ghisa	untuoso	0,12
cuoio	ghisa	legg. untuoso	0,28
cuoio	ghisa	umido	0,38

Calcolo del nastro:
$ls = T_1\ ke$
l = lunghezza, s = spessore, ke = coeff sicurezza. Si puo assumere s = 2 - 4 mm e l = 80 mm; se l risulta > di 80 mm si possono impiegare due nastri, oppure aumentare il raggio della ruota.
Esempio (riferito alla fig. 1, rotazione destra) a = 500 mm, b = 85 mm, Ft = 400 N, μ = 0,2, α = 225°, $T_2 = Ft\ (e\ \mu\ \alpha)\ (e\ \mu\ \alpha - 1) = 400 \cdot [2,41 \cdot (2,41 - 1)] = 683,7$
$F = (b\ \ T_2)\ \ a = (85 \times 683,7)\ \ 500 = 116$ N.

- Freni a ceppo -

F = forza applicata alla leva (N)
μ = coeff. d'attrito fra ceppo e ruota. Ft = forza tangenziale sul bordo della ruota del freno (N)

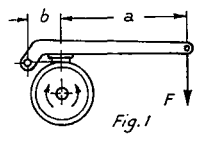


Fig. 1

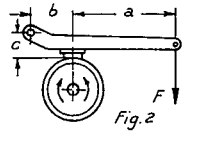


Fig. 2

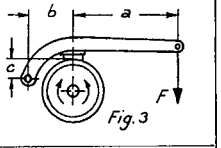


Fig. 3

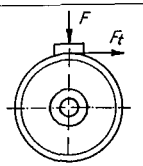
senso di rotazione destro

$F = Ft\ \frac{b}{a + b}\ \frac{1}{\mu} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu}\right)$	$F = \frac{Ft\ b\ \ \mu - Ft\ c}{a + b} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu} + \frac{c}{b}\right)$	$F = \frac{Ft\ b\ \ \mu + Ft\ c}{a + b} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu} - \frac{c}{b}\right)$

senso di rotazione sinistro

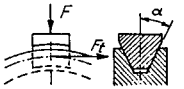
$F = Ft\ \frac{b}{a + b}\ \frac{1}{\mu} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu}\right)$	$F = \frac{Ft\ b\ \ \mu + Ft\ c}{a + b} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu} + \frac{c}{b}\right)$	$F = \frac{Ft\ b\ \ \mu - Ft\ c}{a + b} = \frac{Ft\ b}{a + b}\left(\frac{1}{\mu} - \frac{c}{b}\right)$

Ceppo azione diretta



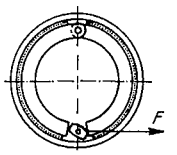
$F \geq \frac{Ft}{\mu}$

Ceppo con scanalature



In questo caso sostituire a μ nelle equazioni il valore $\frac{\mu}{\text{sen}\ \alpha + \mu \cos \alpha}$

a espansione



Resistenza totale di attrito = $2\ \pi\ \mu\ F$

- Coefficienti di frizione μ nei freni a ceppo -

ceppo		ruota di ferro
ferro	(1)	0,3
cuoio	(1)	0,3
sughero	(1)	0,35

ceppo in legno di	ruota di ferro	ruota di ghisa
quercia o faggio	0,5	0,3
olmo o pioppo	0,6	0,35

(1) Per velocita maggiori di 2m/s usare valori inferiori.

Meccanismi semplici

Riduttori a sfere

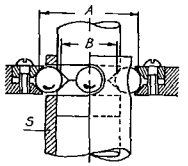
Il loro funzionamento e simile ad un ruotismo epicicloidale. Si usano per organi elettrici (potenziometri, reostati, ecc.) o meccanismi aventi una coppia limitata.

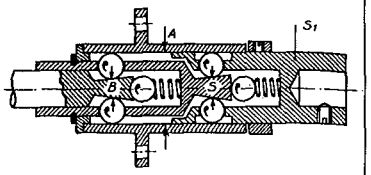
- Riduttore semplice -

Esempio:
A = Ø 20, B = Ø 4.
Con A fisso e per un giro di B:
S=1.(1+A:B)=1.(1+20:4)=1/6=0,166.
Con S fisso e per un giro di B:
A = B A = 4 20 = 1 5 = 0,2.

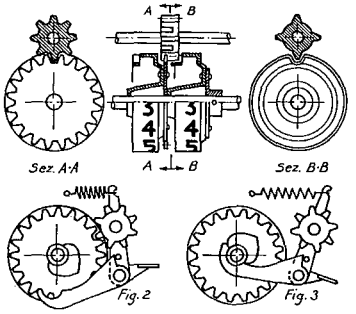
- Riduttore doppio -

Esempio:
A = Ø 12,5; B = Ø 2,5; S = Ø 2,5.
Con A fisso e per un giro di B:
S= 1.(1+A:B)= (1+12,5:2,5) = 1/6.
per un giro di S:
S_1 = 1.(1+A:S)= (1+12,5:2,5)=1/6.
S S_1 = 1/6 1/6 = 1/36.





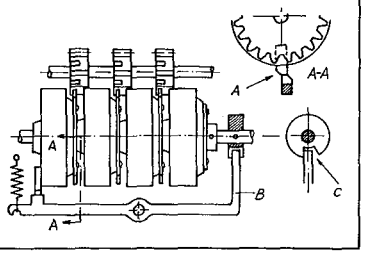
Contatore di giri



Solo il primo tamburello e fisso sull'albero di introduzione del moto, ed e collegato ai successivi tramite ruote di forma speciale, libere sul proprio albero. Il 2° tamburello si muove a scatti per 1/10 di giro ad ogni giro completo del 1° e cosi di seguito per quanti altri tamburelli utilizzati. Di regola si leggono le unita sul 1° tamburello, le decine sul 2°, le centinaia sul 3° e cosi via. Possono avere un dispositivo di azzeramento (fig. 2). In fig. 3 e invece mostrata la posizione di zero.

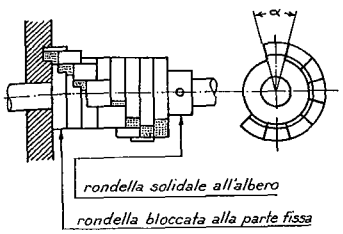
Contatore di giri utilizzato come fine corsa

Questo fine corsa e derivato da un contatore di giri. L'ultimo elemento e munito di un dente (A), il quale, dopo il numero di giri stabilito, provoca il sollevamento della leva (B) che, incastrandosi nella traccia (C) provoca il bloccaggio dell'albero. La traccia e tanto ampia da permettere lo sganciamento della leva, quando l'albero motore inizia a ruotare in senso inverso.



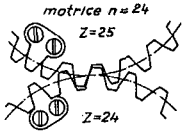
Meccanismi semplici

Fine corsa a rondelle

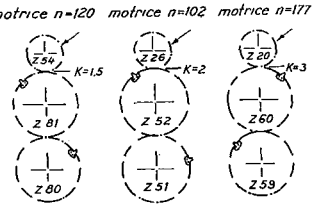


n = giri albero, Nr = numero delle rondelle, (esclusa quella bloccata alla parte fissa), α = (Nr - n) · 360: 2Nr. Esempio: n = 5,5; Nr = 7, α = 1,5·360:14 = 38°,57 = = 38°34' Riprova: 360° 5,5= 1990 (α teorico), 360°-77°8'= 282°52', 282°52'·7=1840°4', 1980°4'-1980°= =4' (errore in difetto trascur) Quando l'errore risulti non trascurabile si aumenta o si riduce α di alcuni primi affinche la formula (360°-2α Nr) risulti uguale o vicina all'angolo teorico.

Fine corsa a ruote cilindriche

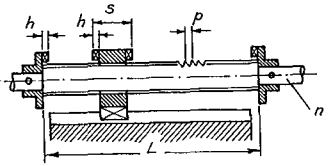


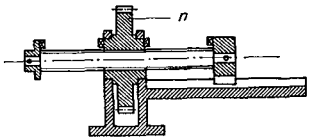
E' costituito da due ruote dentate. Gli scontri hanno forma di dente a modulo fissati su una ruota, in corrispondenza di un dente sull'altra di un vano fra due denti. Essi si scontreranno solo dopo un numero di giri in relazione al rapporto stabilito.



(80×1,5=120) (51×2=102) (59×3=177)

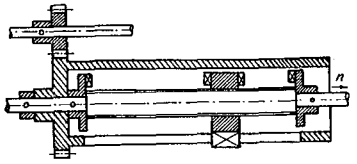
Fine corsa a chiocciola





n = giri dell'albero; p = passo della filettatura; L = lunghezza parte filettata; s = spessore della chiocciola compreso i denti. L = s + (n·p) L'altezza h dei denti di scontro sara circa 0,8p.

Fine corsa differenziale

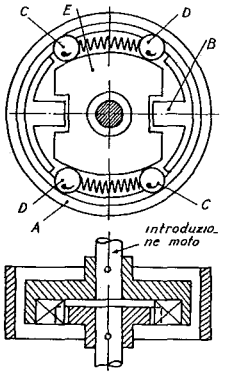


Usato quando due alberi comandano autonomamente lo stesso albero, il quale debba compiere un numero di giri inferiore alla somma dei giri compiuti dai due alberi di comando.

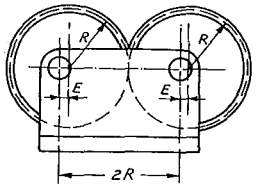
Meccanismi semplici

Dispositivo di irreversibilita

Permette la trasmissione del movimento rotatorio, quando questo viene introdotto da una parte e blocca qualsiasi movimento che provenisse dall'albero di uscita del moto. Il sistema e costituito da un anello fisso A, da due denti B solidali all'albero di introduzione del moto, da una camma E solidale all'albero condotto, da quattro sfere che, sotto l'azione di due molle, tendono a rimanere incastrate tra anello fisso e camma. Quando si manovra l'albero dal lato introduzione, i denti B bloccano le sfere C (rotazione destra) o le sfere D (rotazione sinistra)
Un'appendice dei due denti, trascina la camma e quindi l'albero condotto. E' necessario un certo lasco, piccolo per quanto possibile, tra albero conducente e albero condotto per il buon funzionamento del dispositivo.



Trasformazione del moto uniforme in moto variabile



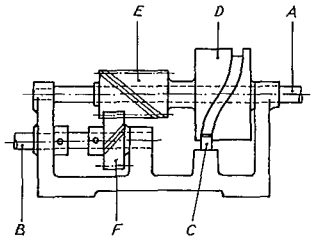
a) con ruote eccentriche

Ruote cilindriche uguali montate eccentricamente. Perche il loro funzionamento sia possibile, il rapporto tra il raggio primitivo e l'eccentricita non deve superare il valore di 0,15 cui corrisponde un rapporto di trasmissione max 1,35 e min 0,75 (aumentabili solo con piu ruote in serie)
Puo essere utilizzato per rendere quasi uniforme il moto rettilineo per esempio, nei meccanismi biella-manovella.

R = raggio primitivo, 2R = interasse, E = eccentricita.

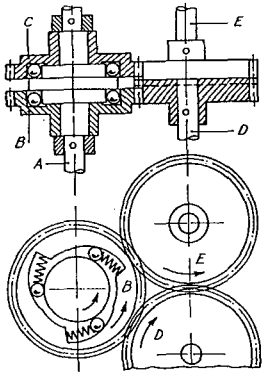
b) Con ingranaggio elicoidale comandato da una camma

Lo spostamento longitudinale della ruota E, solidale alla camma D, sulla ruota comandata F, provoca una variazione di velocita di quest'ultima. Lo spostamento della ruota di comando e la conseguente variazione di velocita dipendono dalla forma della camma e dall'inclinazione data alla dentatura.
A = entrata del moto, B = uscita moto variabile, C = rullo fisso.



Meccanismi semplici

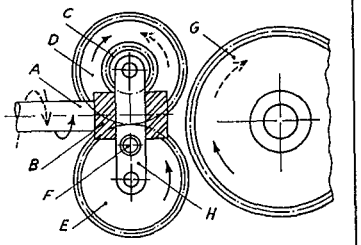
Dispositivo monosenso



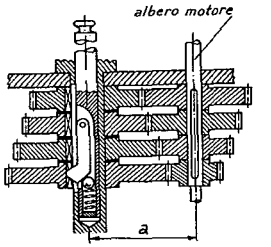
E' formato da due gruppi di irreversibilita montati contrapposti. Ruotando a sinistra l'albero A, per l'azione delle sfere, si incastra la sola ruota B che trascina la ruota D (senso destro) questa, a sua volta, trascina la ruota E (senso sinistro) e trasmette il moto alla ruota C, che in questo caso gira folle. Ruotando lo stesso albero verso destra, si incastra la ruota C che trascina le ruote D e E ancora in senso sinistro. Riepilogando: le ruote D e E restituiranno ambedue (l'una in senso destro, l'altra sinistro) il moto totale introdotto in qualsiasi senso sull'albero A. Per ottenere il blocco in un solo senso si utilizza un solo gruppo.

Monosenso a comando ortogonale

A = albero di entrata del moto.
B e C = ruote elicoidali con elica sinistra.
D, E e G = ruote cilindriche denti diritti.
F = fulcro fisso della levetta.
H = levetta a bilanciere.
Introducendo moto destro, tramite A, l'elicoidale B, spinge in basso l'elicoidale C e stabilisce l'ingranamento fra le due ruote a denti diritti D e G. G girera destra. Introducendo moto sinistro, C viene spinta in alto, si ingranano le ruote E e G. G girera ancora in senso destro.



Cambio di velocita



Questo tipo di cambio offre la possibilita di varie applicazioni data la estesa gamma di rapporti che si possono ottenere adottando, per avere con le varie coppie di ruote un comune interasse, opportuni diametri, e quando occorra, ruote a denti inclinati.
Esempio: 4 vel. mot. 120 giri/min

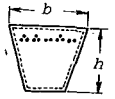
Rapp.	Numero denti ruote motrici	condotte	giri/min
1.1	60	60	120
1.2	40	80	60
1:4	24	96	30
1.8*	13	104	15

* denti inclinati m 0,5 interasse a = 30 mm.

Cinghie trapezoidali "Blauri"

Flender Cigala SpA Via Porpora 147 - 20131 Milano - tel. 02/2895151

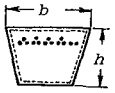
Cinghie a sez. normalizzata fornite da ditte diverse, per qualità di prodotto hanno anche diverse potenze trasmissibili. Pertanto i calcoli di un comando vanno eseguiti con i dati del fornitore. Indichiamo le cinghie "Blauri" che all'alta qualità, uniscono la loro reperibilità anche sul mercato internazionale.



Sezioni SPZ - SPA - SPB - SPC - XPZ - XPA - XPB - XPC.
Cinghie a norma DIN 7753 - Per applicazioni generali nell'industria. E' la classica cinghia trapezoidale che, ad uguale larghezza, trasmette una potenza considerevolmente più alta. I tipi XP, a fianchi dentellati trasmettono maggiori potenze di quelli tipo SP

Tabella delle caratteristiche principali

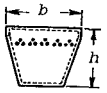
Sigla Sezione bxh		SPZ-XPZ 9,7x8	SPA-XPA 12,7x10	SPB-XPB 16,3x13	SPC-XPC 22x18
Lungh. cinghie	SP	487÷3550	732÷4500	1250÷8000	2000÷12500
Pot. trasm. kW		0,18÷12,38	0,42÷21,64	1,20÷34,64	3,64÷68,41
Giri/min		200÷6000	200÷6000	200÷4500	200÷3200
Ø puleg. picc.		63÷200	90÷315	140÷400	224÷710
Lungh. cinghie	XP	587÷3550	732÷3550	1250÷3550	2000÷3550
Pot. trasm. kW		0,21÷13,77	0,30÷25,38	0,83÷46,97	2,80÷79,47
Giri/min		200÷6000	200÷6000	200÷4500	200÷3200
Ø puleg. picc.		56÷200	71÷280	112÷400	180÷710



Sezioni 10/Z - 13/A - 17/B - 22/C - 32/D.
Cinghie a norme: DIN 2215 e UNI 5265 - Da essere soprattutto usate per sostituire i comandi già esistenti di queste sezioni.
La migliorata qualità del materiale, ne incrementa la potenza trasmissibile e la durata.

Tabella delle caratteristiche principali

Sigla Sezione bxh	10/Z 10x6	13/A 13x8	17/B 17x11	22/C 22x14	32/D 32x20
Lungh. cinghie	290÷2500	407÷5000	570÷7100	1090÷8382	2000÷12500
Pot. trasm. kW	0,06÷3,36	0,21÷8,88	0,57÷14,92	1,69÷27,49	5,76÷58,22
Giri/min	200÷6000	200÷5000	200÷4000	200÷2400	200÷1200
Ø puleg. picc.	45÷112	71÷180	112÷280	180÷450	315÷900



Sezioni 3V - 5V - 8V - 3VX - 5VX.
Cinghie a norme RMA e MPTA.
Queste cinghie di normazioni americane, hanno dimensioni non corrispondenti alle normazioni europee.
Sono date comunque per le loro qualità e caratteristiche. I tipi 3VX e 5VX, a fianchi dentellati, trasmettono maggiori potenze di quelli tipo V

Tabella delle caratteristiche principali

Sigla Sezione bxh Lungh. cinghie		3V - 3VX 9 x 8 673 - 5080	5V - 5VX 15 x 13 1270 - 3556	8V 25 x 23 2540 - 16002
Pot. trasm. kW	V	0,18 - 12,38	1,20 - 34,64	4,74 - 97,91
Giri/min		200 - 6000	200 - 4500	100 - 2000
Ø puleg. picc.		63 - 200	140 - 400	335 - 800
Pot. trasm. kW	VX	0,21 - 13,77	0,83 - 46,97	-
Giri/min		200 - 6000	200 - 4500	-
Ø puleg. picc.		56 - 200	112 - 400	-

segue

segue: Cinghie trapez. "Blauri" - Grafici scelta sez. cinghia

Diagramma 1 - Cinghie a norma DIN 7753

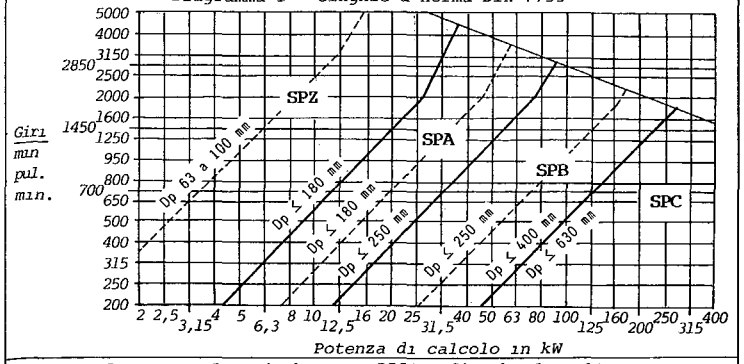


Diagramma 2 - Cinghie DIN 7753 a fianchi dentellati

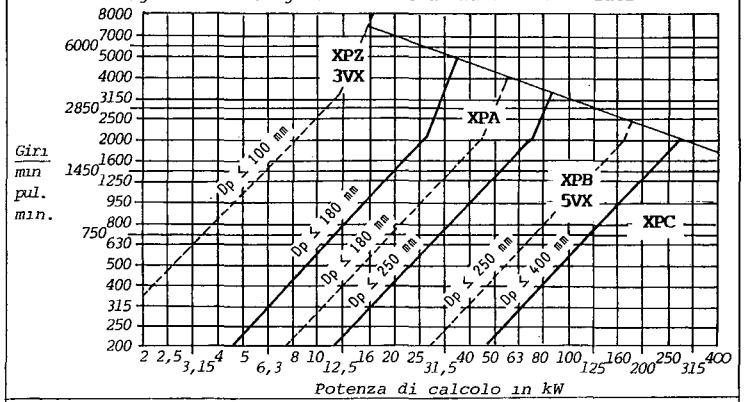
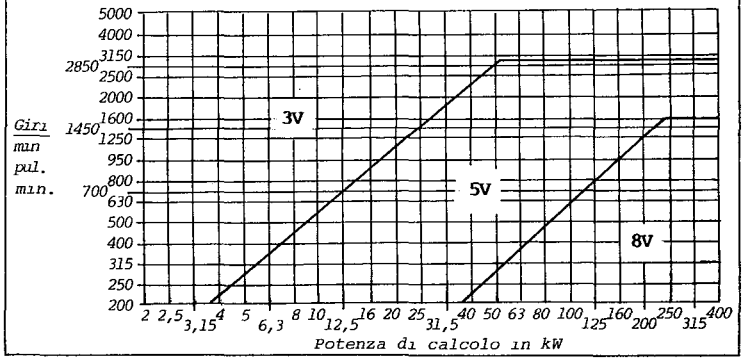


Diagramma 3 - Cinghie USA Standard RMA - MPTA



segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Tab. 1 - Fattore di servizio c_2	Motori c.a. coppia 1,8. Motori di turbine velocita 600 g/min.			Motori c.a. coppia 1,8. Motori c.c. Motori turbine 600 g/min.		
Ore di servizio	10	16	16	10	16	16
Carico uniforme	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Carichi mediamente pesanti	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Carichi pesanti	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Carichi extra pesanti	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Rapporto moltiplicatore da	1		0,67	0,5		0,4
di trasmissione a	0,67		0,5	0,4		
Incremento di c_2	5%		11%	18%		25%

Tab. 2 - Fattore di corr. c_1 - Correzione arco di contatto pul. picc.

$\frac{DP-Dp}{I}$	β	c_1	$\frac{DP-Dp}{I}$	β	c_1	$\frac{DP-Dp}{I}$	β	c_1	$\frac{DP-Dp}{I}$	β	c_1
0,00	180°	1,00	0,45	153°	0,93	0,90	126°	0,85	1,35	96°	0,72
0,05	177°	0,99	0,50	150°	0,92	0,95	123°	0,83	1,40	92°	0,70
0,10	174°	0,99	0,55	147°	0,91	1,00	119°	0,82	1,45	88°	0,68
0,15	171°	0,98	0,60	144°	0,91	1,05	115°	0,80	1,50	84°	0,66
0,20	168°	0,97	0,65	141°	0,90	1,10	112°	0,79	1,55	80°	0,64
0,25	165°	0,96	0,70	139°	0,89	1,15	109°	0,78	1,60	77°	0,62
0,30	162°	0,96	0,75	136°	0,88	1,20	106°	0,77	Valori intermedi, per interpolaz. lineare.		
0,35	160°	0,95	0,80	133°	0,87	1,25	103°	0,75			
0,40	156°	0,94	0,85	130°	0,86	1,30	100°	0,74			

Esempio di calcolo di una trasmissione

Tornio 30 kW, 1000 giri/min. Motore 37 kW, 1450 giri/min, avviamento stella triangolo. Partenza sotto carico, funzionamento 14 ore al giorno. Normali condizioni ambientali.

Fattore di servizio c_2 (tab. 1)	$c_2 = 1,2$
Potenza di calcolo Pc	Pc = 30 x 1,2 = 36 kW
Scelta sezione cinghia (diagr 1)	SPA
Rapporto K	K = 1450 1000 = 1,4
Diam. puleggia motore Dp	Dp = 200 mm (scelta)
Diam. puleggia macchina DP	DP = 200 x 1,4 = 280 mm
Interasse Ir (approssimato) Ir = > 0,7 (DP+Dp) < 2 (DP+Dp)	Ir = 0,8 (280+200) = 384 mm
Lungh. cinghia La (approssimato) $La = 2Ir+1,57(DP+Dp) + \frac{(DP-Dp)}{4Ir}$	La = 768+753,6+4,17 = 1526 mm (scelto in tab. 3, cinghia di stock con L = 1500 mm)
Interasse esatto I $I = Ir + \frac{L-La}{2}$ (se L > La) $I = Ir - \frac{La-L}{2}$ (se L < La)	$I = 384 - \frac{1526 - 1500}{2} = 371$ mm
Potenza trasm. Pn (tab. 5)	9,92 kW (per interpolaz. lineare)
Arco di contatto $\frac{DP-Dp}{I}$ (interpolazione β e c_1 da tabella 2)	$\frac{280-200}{371} = 0,22$ β = 167°, c_1=0,966
Fattore lungh. cinghia c_3 (tab.3)	$c_3 = 0,91$
N° delle cinghie = $\frac{Pc}{Pnxc\ xc}$	$\frac{36}{9,92x0,966x0,91} = 4,12$ (adottate 4 cinghie SPA 1500 mm)

segue

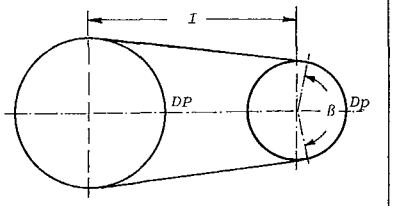
segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Tab. 3 - Lunghezze primitive (di stock) e fatt. di correz. C_3 (°)

SPZ	C_3	1060	0,86	2360	0,93	5000	0,98	1180	1,09	2000	1,03	2800	1,05	4500	1,04
630	0,83	1120	0,86	2500	0,94	5300	0,99	1250	1,10	2120	1,04	3000	1,06	4750	1,06
670	0,84	1180	0,87	2650	0,95	5600	1,00	1320	1,11	2240	1,06	3150	1,07	5000	1,07
710	0,85	1250	0,88	2800	0,96	6000	1,01	1400	1,13	2360	1,07	3350	1,09	5300	1,08
750	0,86	1320	0,89	3000	0,87	6300	1,02	1500	1,15	2500	1,09	3550	1,10	5500	1,09
800	0,87	1400	0,90	3150	0,98	6700	1,03	1600	1,16	2650	1,10	3750	1,12	6000	1,11
850	0,88	1500	0,91	3350	1,00	7100	1,04	1700	1,18	2800	1,11	4000	1,13	7100	1,15
900	0,89	1600	0,92	3750	1,01	7500	1,04	1800	1,19	3000	1,12	4250	1,14	7500	1,16
950	0,90	1700	0,93	4000	1,02	8000	1,05	1900	1,20	3150	1,13	4500	1,15	8000	1,19
1000	0,91	1800	0,94	4250	1,03	8500	1,06	2000	1,21	3350	1,14	4750	1,17	32/D	C_3
1060	0,92	1900	0,95	4500	1,04	9000	1,07	2120	1,21	3550	1,16	5000	1,18	2000	0,76
1120	0,93	2000	0,96	4700	1,05	9500	1,08	2240	1,22	3750	1,17	5300	1,19	2500	0,80
1180	0,94	2120	0,97	5000	1,05	10000	1,09	2360	1,22	4000	1,18	5600	1,20	2650	0,82
1250	0,95	2240	0,98	5300	1,06	10600	1,09	2500	1,22	4250	1,20	6000	1,21	2800	0,83
1320	0,96	2360	0,99	5600	1,07	11200	1,10	13/A	C_3	4750	1,23	6300	1,23	3000	0,84
1400	0,98	2500	1,00	6000	1,08	11800	1,11	560	0,80	5000	1,25	6700	1,24	3150	0,86
1500	0,99	2650	1,01	6300	1,09	12500	1,12	600	0,81	17/B	C_3	7100	1,26	3350	0,88
1600	1,00	2800	1,02	6700	1,10	10/Z	C_3	630	0,81	630	0,78	22/C	C_3	3550	0,89
1700	1,01	3000	1,03	7100	1,11	375	0,85	670	0,81	670	0,79	1250	0,80	3750	0,90
1800	1,02	3150	1,04	7500	1,12	400	0,86	710	0,81	710	0,79	1320	0,80	4000	0,91
1900	1,03	3350	1,05	8000	1,13	425	0,87	750	0,82	750	0,80	1500	0,82	4250	0,92
2000	1,04	3550	1,06	SPC	C_3	450	0,88	800	0,83	800	0,80	1600	0,83	4500	0,93
2120	1,05	3750	1,07	2000	0,85	475	0,89	850	0,86	850	0,81	1700	0,85	4750	0,95
2240	1,06	4000	1,08	2120	0,86	500	0,90	900	0,87	900	0,81	1800	0,85	5000	0,96
2360	1,07	4250	1,09	2240	0,86	530	0,91	950	0,88	950	0,83	1900	0,86	5300	0,97
2500	1,08	4500	1,10	2360	0,87	560	0,93	1000	0,89	1000	0,84	2000	0,87	5600	0,98
2650	1,09	SPB	C_3	2500	0,88	600	0,94	1060	0,90	1060	0,85	2120	0,89	6000	0,99
2800	1,10	1250	0,83	2650	0,89	630	0,95	1120	0,91	1120	0,86	2240	0,91	6300	1,00
3000	1,11	1320	0,84	2800	0,90	670	0,97	1180	0,92	1180	0,87	2360	0,91	6700	1,02
3150	1,12	1400	0,85	3000	0,91	710	0,97	1220	0,93	1250	0,88	2500	0,93	7100	1,03
3350	1,13	1500	0,86	3150	0,91	750	0,99	1250	0,93	1800	0,95	2800	0,95	7500	1,05
3500	1,15	1600	0,87	3350	0,92	800	0,99	1320	0,95	1900	0,97	3000	0,96	8000	1,06
SPA	C_3	1700	0,88	3550	0,93	850	1,01	1400	0,96	2000	0,98	3150	0,97	8500	1,07
800	0,81	1800	0,89	3750	0,94	900	1,02	1500	0,98	2120	0,99	3350	0,98	9000	1,08
850	0,82	1900	0,90	4000	0,95	950	1,04	1600	0,99	2240	1,00	3550	0,98	9500	1,10
900	0,83	2000	0,91	4250	0,96	1000	1,05	1700	1,00	2360	1,01	3750	0,99	10000	1,11
950	0,84	2120	0,92	4500	0,97	1060	1,06	1800	1,01	2500	1,03	4000	1,02	11200	1,14
1000	0,85	2240	0,93	4750	0,98	1120	1,07	1900	1,02	2650	1,04	4250	1,03	12500	1,17

(°) Per le misure standard delle cinghie DIN 7753 XP, RMA/MPTA, V e VX e per i tempi di approvvigionamento, interpellare la ditta Flender Cigala Via Porpora 147 20131 Milano.

Le cinghie "Blauri" sono adatte per operare in ambienti a temperatura da - 30 a + 70 °C. A richiesta forniture speciali per temperature da - 60 °C a + 100 °C.



segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Potenza nominale di trasmissione di una cinghia
Tabella 4 -
Valori in kW per il tipo SPZ e 3V (primo valore)
Valori in kW per il tipo XPZ e 3VX (secondo valore)

Dp mm	Giri/min puleggia minore per rapporto 1 (°)														
	200	400	700	950	1200	1450	1600	2000	2400	2850	3200	3600	4000	5000	6000
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	0,21	0,37	0,58	0,73	0,86	0,99	1,06	1,24	1,39	1,55	1,66	1,78	1,88	2,07	2,20
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	0,24	0,43	0,67	0,85	1,02	1,17	1,26	1,48	1,68	1,88	2,03	2,18	2,31	2,59	2,78
N+B	0,18	0,31	0,50	0,63	0,75	0,87	0,94	1,10	1,24	1,39	1,49	1,59	1,67	1,82	1,86
63	0,26	0,47	0,74	0,94	1,13	1,31	1,41	1,66	1,89	2,13	2,30	2,47	2,64	2,97	3,21
B	0,21	0,37	0,59	0,75	0,91	1,05	1,14	1,34	1,52	1,72	1,85	1,98	2,10	2,32	2,42
67	0,29	0,53	0,84	1,07	1,29	1,49	1,61	1,90	2,17	2,45	2,66	2,86	3,06	3,47	3,77
N+B	0,23	0,42	0,68	0,87	1,06	1,23	1,33	1,58	1,80	2,04	2,20	2,37	2,53	2,81	2,97
71	0,32	0,59	0,93	1,20	1,44	1,67	1,80	2,14	2,45	2,77	3,01	3,25	3,48	3,96	4,32
B	0,26	0,48	0,77	0,99	1,21	1,41	1,52	1,80	2,08	2,36	2,55	2,75	2,94	3,29	3,48
75	0,35	0,64	1,02	1,32	1,59	1,85	2,00	2,38	2,73	3,09	3,35	3,63	3,89	4,44	4,84
N+B	0,30	0,55	0,89	1,14	1,39	1,63	1,76	2,10	2,42	2,75	2,99	3,23	3,45	3,88	4,12
80	0,39	0,71	1,14	1,47	1,78	2,07	2,24	2,67	3,07	3,48	3,78	4,10	4,40	5,03	5,49
B	0,33	0,61	1,00	1,29	1,58	1,84	2,00	2,39	2,76	3,14	3,41	3,70	3,95	4,45	4,72
85	0,43	0,78	1,26	1,62	1,97	2,29	2,48	2,96	3,40	3,87	4,21	4,57	4,90	5,60	6,11
N+B	0,37	0,68	1,11	1,44	1,76	2,06	2,24	2,68	3,10	3,53	3,84	4,16	4,44	5,00	5,30
90	0,47	0,85	1,38	1,78	2,15	2,51	2,72	3,25	3,74	4,25	4,62	5,02	5,38	6,15	6,70
B	0,40	0,75	1,22	1,59	1,94	2,28	2,47	2,97	3,43	3,91	4,25	4,60	4,92	5,53	5,83
95	0,51	0,92	1,49	1,94	2,34	2,73	2,96	3,53	4,07	4,63	5,03	5,47	5,86	6,68	7,26
N+B	0,44	0,81	1,33	1,74	2,12	2,49	2,71	3,25	3,76	4,28	4,66	5,05	5,39	6,03	6,34
100	0,54	0,99	1,60	2,07	2,52	2,94	3,19	3,81	4,39	5,00	5,44	5,90	6,33	7,20	7,80
B	0,48	0,89	1,47	1,92	2,34	2,75	2,99	3,59	4,15	4,72	5,14	5,56	5,93	6,60	6,87
106	0,59	1,08	1,74	2,25	2,74	3,20	3,47	4,15	4,78	5,44	5,92	6,41	6,87	7,79	8,39
N+B	0,52	0,97	1,60	2,09	2,55	3,00	3,26	3,92	4,53	5,16	5,61	6,06	6,46	7,16	7,40
112	0,63	1,16	1,87	2,43	2,95	3,45	3,74	4,48	5,16	5,87	6,39	6,92	7,41	8,38	8,97
B	0,56	1,05	1,73	2,26	2,77	3,25	3,53	4,25	4,91	5,58	6,06	6,54	6,96	7,66	7,82
118	0,67	1,24	2,00	2,61	3,17	3,70	4,01	4,80	5,53	6,29	6,84	7,40	7,91	8,91	9,46
N+B	0,61	1,14	1,88	2,46	3,02	3,55	3,85	4,63	5,35	6,08	6,59	7,11	7,54	8,24	8,30
125	0,72	1,33	2,16	2,81	3,42	4,00	4,33	5,18	5,97	6,79	7,37	7,97	8,50	9,52	10,0
B	0,66	1,23	2,03	2,66	3,26	3,84	4,17	5,01	5,78	6,56	7,10	7,64	8,08	8,75	
132	0,77	1,42	2,31	3,01	3,66	4,28	4,64	5,55	6,39	7,26	7,87	8,50	9,05	10,06	
N+B	0,71	1,33	2,21	2,89	3,54	4,16	4,52	5,43	6,26	7,10	7,67	8,22	8,67	9,26	
140	0,83	1,53	2,49	3,24	3,94	4,61	5,00	5,98	6,88	7,80	8,45	9,11	9,68	10,68	
N+B	0,78	1,46	2,42	3,17	3,89	4,57	4,96	5,95	6,85	7,74	8,34	8,91	9,35	9,81	
150	0,90	1,66	2,71	3,52	4,28	5,01	5,43	6,49	7,46	8,44	9,12	9,80	10,37	11,29	
N+B	0,85	1,59	2,63	3,45	4,23	4,97	5,40	6,47	7,43	8,36	8,98	9,55	9,97	10,23	
160	0,97	1,80	2,93	3,80	4,63	5,41	5,86	7,00	8,04	9,08	9,79	10,49	11,07	11,91	
N+B	0,98	1,85	3,06	4,00	4,91	5,76	6,25	7,46	8,52	9,53	10,15	10,69	11,00		
180	1,11	2,06	3,35	4,35	5,30	6,19	6,71	7,99	9,13	10,26	11,01	11,72	12,26		
N+B	1,11	2,10	3,47	4,55	5,57	6,52	7,07	8,40	9,55	10,58	11,17	11,60	11,74		
200	1,25	2,32	3,77	4,90	5,96	6,95	7,52	8,93	10,17	11,36	12,11	12,78	13,21		

(°) Per rapporti ≥ di 1÷3, aumenti lineari dei valori trasmissibili da circa il 17 al 8% con l'aumentare del N° dei giri. (I valori del rapp. 3 sono validi anche per rapp. ≥ di 3) Per calcoli molto precisi chiedere catalogo alla Ditta Flender Cigala.
N = Pulegge con mozzo standard.
B = Pulegge con bussola conica.

segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Potenza nominale di trasmissione di una cinghia
Tabella 5 - Valori in kW per il tipo SPA (primo valore)
Valori in kW per il tipo XPA (secondo valore)

Dp mm	Giri/min puleggia minore per rapporto 1 (°)													
	200	400	700	950	1200	1450	1600	2000	2400	2850	3200	4000	5000	6000
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	0,30	0,54	0,84	1,06	1,26	1,45	1,55	1,81	2,04	2,26	2,40	2,66	2,82	2,78
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	0,35	0,63	1,00	1,27	1,52	1,76	1,89	2,22	2,52	2,82	3,03	3,40	3,69	3,76
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	0,41	0,75	1,19	1,53	1,85	2,14	2,31	2,74	3,13	3,52	3,80	4,32	4,77	4,95
N+B	0,42	0,74	1,17	1,48	1,77	2,03	2,18	2,54	2,85	3,13	3,31	3,55	3,51	3,03
90	0,53	0,98	1,58	2,05	2,49	2,91	3,15	3,75	4,32	4,90	5,31	6,12	6,84	7,21
B	0,48	0,86	1,36	1,73	2,08	2,40	2,58	3,02	3,41	3,77	4,00	4,35	4,38	3,91
95	0,60	1,10	1,78	2,31	2,81	3,29	3,56	4,26	4,91	5,58	6,05	6,99	7,83	8,26
N+B	0,53	0,97	1,54	1,98	2,38	2,76	2,97	3,49	3,96	4,40	4,69	5,14	5,25	4,78
100	0,66	1,21	1,97	2,56	3,12	3,66	3,97	4,76	5,49	6,25	6,79	7,85	8,81	9,30
B	0,60	1,10	1,77	2,27	2,74	3,19	3,44	4,06	4,61	5,14	5,49	6,04	6,20	5,67
106	0,73	1,35	2,20	2,87	3,50	4,11	4,46	5,35	6,18	7,04	7,65	8,85	9,91	10,42
N+B	0,67	1,23	1,99	2,56	3,10	3,61	3,90	4,62	5,26	5,88	6,28	6,94	7,14	6,56
112	0,80	1,48	2,43	3,17	3,88	4,55	4,95	5,94	6,87	7,83	8,51	9,84	11,01	11,54
N+B	0,74	1,36	2,21	2,85	3,46	4,03	4,36	5,17	5,90	6,60	7,06	7,79	8,01	7,32
118	0,87	1,62	2,66	3,48	4,25	5,00	5,43	6,53	7,55	8,60	9,35	10,80	12,04	12,55
N+B	0,82	1,52	2,46	3,19	3,88	4,52	4,89	5,81	6,63	7,42	7,94	8,75	8,94	8,07
125	0,95	1,78	2,93	3,83	4,69	5,51	5,99	7,21	8,33	9,49	10,31	11,89	13,19	13,63
N+B	0,90	1,67	2,72	3,53	4,29	5,01	5,42	6,44	7,35	8,23	8,79	9,66	9,79	
132	1,03	1,94	3,19	4,18	5,12	6,02	6,55	7,87	9,10	10,36	11,24	12,92	14,23	
N+B	0,99	1,84	3,01	3,91	4,76	5,56	6,02	7,16	8,16	9,12	9,74	10,64	10,66	
140	1,13	2,12	3,49	4,58	5,61	6,60	7,18	8,63	9,98	11,35	12,31	14,09	15,57	
N+B	1,11	2,06	3,37	4,38	5,34	6,24	6,76	8,03	9,15	10,21	10,87	11,78	11,57	
150	1,25	2,34	3,87	5,07	6,22	7,32	7,96	9,56	11,04	12,53	13,56	15,42	16,64	
N+B	1,22	2,27	3,72	4,85	5,91	6,92	7,48	8,89	10,11	11,25	11,95	12,82	12,28	
160	1,36	2,56	4,24	5,56	6,82	8,03	8,73	10,49	12,09	13,71	14,81	16,74	17,85	
N+B	1,44	2,70	4,43	5,78	7,05	8,24	8,91	10,55	11,93	13,20	13,91	14,55		
180	1,60	3,01	4,98	6,53	8,02	9,43	10,24	12,28	14,12	15,92	17,11	19,04		
N	1,56	2,91	4,78	6,24	7,61	8,88	9,60	11,35	12,81	14,09	14,77	15,17		
190	1,72	3,23	5,35	7,01	8,61	10,12	10,98	13,15	15,08	16,95	18,16	19,99		
N+B	1,67	3,12	5,13	6,69	8,16	9,52	10,29	12,14	13,67	14,97	15,62	15,78		
200	1,83	3,44	5,71	7,49	9,19	10,80	11,72	14,01	16,04	17,98	19,21	20,94		
N+B	1,93	3,62	5,96	7,77	9,46	11,02	11,89	13,94	15,56	16,81	17,29			
224	2,10	3,97	6,58	8,63	10,57	12,40	13,44	16,00	18,22	20,24	21,42			
N	2,06	3,87	6,37	8,30	10,09	11,74	12,65	14,77	16,40	17,56	17,89			
236	2,24	4,23	7,01	9,19	11,24	13,18	14,27	16,95	19,22	21,23	22,33			
N+B	2,22	4,16	6,85	8,92	10,83	12,58	13,54	15,74	17,39	18,43	18,58			
250	2,40	4,53	7,51	9,84	12,03	14,08	15,24	18,05	20,39	22,38	23,40			
N+B	2,54	4,77	7,86	10,11	12,36	14,30	15,34	17,65	19,17	19,78				
280	2,73	5,17	8,56	11,21	13,68	15,96	17,24	20,25	22,63	24,44				
N+B	2,95	5,48	9,01	11,67	14,08	16,18	17,28	19,57	20,77	20,57				
315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

(°) Per rapporti ≥ di 1÷3, aumenti lineari dei valori trasmissibili da circa il 20 al 9% con l'aumentare del N° dei giri. (I valori del rapp. 3 sono validi anche per rapp. ≥ di 3) Per calcoli molto precisi chiedere catalogo alla Ditta Flender Cigala.
N = Pulegge con mozzo standard.
B = Pulegge con bussola conica.

segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Potenza nominale di trasmissione di una cinghia
Tabella 6 - Valori in kW per il tipo SPB e 5V (primo valore)
Valori in kW per il tipo XPB e 5VX (secondo valore).

Dp mm	Giri/min puleggia minore per rapporto 1 (°)													
	200	400	700	950	1200	1450	1600	2000	2400	2850	3200	3600	4000	4500
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	0,83	1,58	2,62	3,45	4,25	5,02	5,47	6,61	7,67	8,76	9,53	10,31	10,98	11,65
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	0,94	1,80	3,00	3,96	4,88	5,77	6,29	7,62	8,85	10,12	11,02	11,93	12,71	13,50
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	1,08	2,05	3,44	4,54	5,61	6,64	7,25	8,78	10,21	11,69	12,73	13,79	14,69	15,60
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	1,21	2,31	3,88	5,13	6,34	7,51	8,19	9,94	11,56	13,24	14,41	15,60	16,62	17,63
N+B	1,20	2,17	3,45	4,41	5,29	6,09	6,53	7,57	8,41	9,07	9,36	9,44	9,23	8,51
140	1,36	2,60	4,37	5,80	7,17	8,50	9,27	11,25	13,09	14,98	16,30	17,64	18,76	19,86
N+B	1,38	2,52	4,04	5,18	6,23	7,20	7,73	9,00	10,01	10,83	11,20	11,32	11,09	10,24
150	1,54	2,96	4,99	6,62	8,20	9,72	10,61	12,88	14,98	17,12	18,61	20,10	21,34	22,50
N+B	1,57	2,87	4,62	5,94	7,17	8,29	8,91	10,39	11,58	12,53	12,95	13,07	12,77	11,72
160	1,73	3,32	5,61	7,45	9,23	10,94	11,94	14,48	16,83	19,21	20,85	22,47	23,79	24,97
B	1,75	3,22	5,20	6,70	8,09	9,37	10,07	11,75	13,08	14,12	14,56	14,62	14,18	12,82
170	1,92	3,68	6,23	8,27	10,25	12,15	13,26	16,06	18,64	21,23	22,99	24,70	26,05	27,17
N+B	1,93	3,56	5,77	7,45	9,01	10,44	11,23	13,10	14,57	15,70	16,16	16,16	15,58	13,92
180	2,10	4,04	6,85	9,09	11,26	13,35	14,57	17,64	20,45	23,25	25,13	26,92	28,30	29,36
B	2,11	3,90	6,34	8,20	9,92	11,49	12,36	14,40	15,99	17,18	17,60	17,49	16,68	
190	2,29	4,40	7,46	9,91	12,27	14,54	15,86	19,18	22,19	25,16	27,12	28,94	30,27	
N+B	2,29	4,24	6,91	8,94	10,81	12,53	13,47	15,68	17,37	18,57	18,93	18,66	17,58	
200	2,47	4,76	8,07	10,72	13,27	15,73	17,14	20,71	23,93	27,07	29,11	30,96	32,24	
B	2,51	4,65	7,58	9,82	11,88	13,75	14,79	17,17	18,95	20,13	20,38	19,84		
212	2,69	5,19	8,80	11,69	14,47	17,13	18,66	22,50	25,93	29,21	31,28	33,08		
N+B	2,72	5,06	8,25	10,69	12,93	14,96	16,07	18,61	20,45	21,56	21,64	20,78		
224	2,91	5,62	9,53	12,66	15,66	18,53	20,18	24,29	27,92	31,34	33,45	35,19		
N+B	2,93	5,46	8,92	11,56	13,97	16,14	17,33	20,00	21,87	22,86	22,72			
236	3,13	6,05	10,25	13,62	16,83	19,90	21,66	26,00	29,79	33,28	35,35			
N+B	3,18	5,93	9,69	12,55	15,16	17,50	18,76	21,56	23,41	24,21	23,74			
250	3,38	6,55	11,10	14,73	18,20	21,49	23,38	28,00	31,98	35,55	37,56			
N+B	3,71	6,93	11,33	14,65	17,65	20,29	21,69	24,64	26,31	26,40				
280	3,93	7,61	12,90	17,09	21,08	24,83	26,95	32,07	36,30	39,80				
N	4,06	7,59	12,40	16,01	19,24	22,04	23,50	26,43	27,80	27,13				
300	4,29	8,31	14,08	18,64	22,95	26,97	29,24	34,60	38,87	42,11				
N+B	4,32	8,08	13,20	17,03	20,44	23,36	24,85	27,77	28,91					
315	4,56	8,84	14,97	19,80	24,36	28,58	30,95	36,50	40,79					
N+B	5,01	9,38	15,30	19,66	23,45	26,58	28,11	30,68	30,74					
355	5,29	10,24	17,31	22,84	27,99	32,69	35,26	41,07	45,11					
B	5,36	10,02	16,32	20,94	24,89	28,08	29,58	31,84						
375	-	-	-	-	-	-	-	-						
N+B	6,09	11,80	19,90	26,17	31,92	37,03	39,76	45,55						
400	5,78	10,82	17,59	22,49	26,61	29,83	31,26	32,99						

(°) Per rapporti ≥ di 1÷3, aumenti lineari dei valori trasmissibili da circa il 16 al 7% con l'aumentare del N° dei giri. (I valori del rapp. 3 sono validi anche per rapp. ≥ di 3) Per calcoli molto precisi chiedere catalogo alla Ditta Flender Cigala.
N = Pulegge con mozzo standard.
B = Pulegge con bussola conica.

segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

Potenza nominale di trasmissione di una cinghia
Tabella 7 - Valori in kW per il tipo SPC (primo valore)
Valori in kW per il tipo XPC (secondo valore)

Dp mm	Giri/min puleggia minore per rapporto 1 (°)													
	200	300	500	700	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2850	3200
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	2,80	4,15	6,80	9,38	12,53	15,57	18,50	20,19	22,36	24,44	26,40	28,25	31,91	34,24
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	3,36	4,96	8,15	11,26	15,03	18,67	22,15	24,16	26,72	29,15	31,43	33,55	37,65	40,13
N+B	3,64	5,16	7,94	10,46	13,27	15,72	17,79	18,84	19,99	20,85	21,38	21,57	20,63	18,44
224	4,02	5,96	9,78	13,50	18,01	22,34	26,46	28,81	31,80	34,61	37,20	39,58	43,99	46,43
B	4,03	5,73	8,85	11,68	14,85	17,62	19,95	21,13	22,42	23,36	23,93	24,10	22,93	20,24
236	4,35	6,45	10,59	14,61	19,48	24,14	28,56	31,08	34,25	37,21	39,92	42,38	46,81	49,08
N+B	4,49	6,39	9,91	13,11	16,70	19,84	22,48	23,81	25,25	26,29	26,91	27,06	25,62	22,33
250	4,74	7,03	11,53	15,91	21,20	26,25	31,02	33,72	37,11	40,25	43,10	45,65	50,41	52,53
B	4,98	7,10	11,04	14,62	18,64	22,14	25,06	26,52	28,07	29,15	29,72	29,74	27,60	23,48
265	5,16	7,65	12,54	17,29	23,02	28,47	33,57	36,45	40,04	43,32	46,25	48,83	53,08	
N+B	5,46	7,81	12,16	16,12	20,58	24,44	27,64	29,22	30,88	32,00	32,52	32,41	29,58	
280	5,57	8,26	13,54	18,67	24,84	30,68	36,12	39,17	42,96	46,38	49,40	52,00	56,06	
B	6,10	8,74	13,64	18,11	23,11	27,40	30,92	32,62	34,35	35,42	35,78	35,36		
300	6,12	9,08	14,87	20,49	27,22	33,55	39,40	42,64	46,61	50,13	53,17	55,67		
N+B	6,58	9,44	14,74	19,58	24,97	29,58	33,30	35,06	36,80	37,79	37,95	37,22		
315	6,53	9,69	15,87	21,86	29,01	35,71	41,86	45,24	49,35	52,95	55,99	58,42		
B	7,22	10,37	16,21	21,52	27,42	32,41	36,35	38,16	39,85	40,65	40,46	39,22		
335	7,08	10,50	17,20	23,67	31,36	38,51	45,01	48,55	52,78	56,40	59,35	61,56		
N+B	7,86	11,29	17,66	23,44	29,82	35,15	39,26	41,07	42,65	43,16	42,52			
355	7,63	11,32	18,52	25,46	33,68	41,27	48,08	51,73	56,03	59,61	62,39			
B	8,49	12,20	19,09	23,34	32,18	37,80	42,02	43,79	45,17	45,30	44,09			
375	8,18	12,13	19,84	27,24	35,96	43,93	50,98	54,69	58,97	62,40	64,87			
N+B	9,27	13,34	20,88	27,67	35,05	40,99	45,26	46,90	47,91	47,44				
400	8,86	13,14	21,48	29,46	38,80	47,25	54,60	58,40	62,65	65,88				
N+B	10,8	15,60	24,39	32,24	40,55	46,90	50,95	52,10	51,98					
450	10,2	15,15	24,73	33,82	44,29	53,52	61,20	64,94	68,78					
N+B	12,4	17,82	27,83	36,64	45,70	52,16	55,51	55,81						
500	11,6	17,16	27,94	38,08	49,56	59,35	67,02	70,45						
N+B	14,2	20,46	31,86	41,70	51,38	57,52	59,37							
560	13,2	19,55	31,74	43 06	55,56	65,70	72,89							
N+B	16,3	23,49	36,42	47,28	57,27	62,33								
630	15,1	22,32	36,10	48,67	62,06	72,12								
N+B	18,7	26,90	41,44	53,19	62,92	65,72								
710	17,2	25,45	40,96	54,77	68,76	78,01								

(°) Per rapporti ≥ di 1÷3, aumenti lineari dei valori trasmissibili da circa il 15 al 5% con l'aumentare del N° dei giri. (I valori del rapp. 3 sono validi anche per rapp. ≥ di 3) Per calcoli molto precisi chiedere catalogo alla Ditta Flender Cigala.
N = Pulegge con mozzo standard.
B = Pulegge con bussola conica.

Velocità periferica di tutte le cinghie

N.B. - Le cinghie tipo SP e XP (DIN 7753), possono essere usate con velocità periferica fino a 40 m/s, usando pulegge e bussole coniche in ghisa G-25 (DIN 2211) Le cinghie DIN 2215 = UNI 5265, possono invece raggiungere velocità periferica fino a 30 m/s.

segue

segue: Cinghie trapezoidali "Blauri"

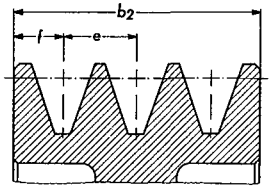
Potenza nominale di trasmissione di una cinghia

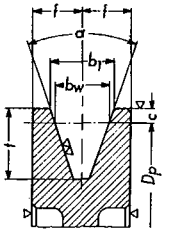
Tabella 8 -
Valori in kW per il tipo 8V

Dp	Giri/min puleggia minore per rapporto 1 (°)													
mm	100	200	300	400	500	600	700	800	950	1000	1200	1450	1700	2000
335	4,74	8,72	12,39	15,82	19,05	22,08	24,92	27,57	31,16	32,25	36,02	39,32	40,85	40,01
355	5,25	9,69	13,80	17,65	21,27	24,68	27,88	30,84	34,85	36,07	40,24	43,81	45,29	43,91
375	5,76	10,66	15,20	19,47	23,49	27,26	30,79	34,07	38,47	39,80	44,33	48,07	49,37	47,24
425	7,02	13,07	18,69	23,97	28,94	33,59	37,92	41,90	47,19	48,75	53,91	57,64	57,90	
450	7,65	14,26	20,41	26,19	31,62	36,69	41,39	45,70	51,35	53,00	58,34	61,82	61,20	
475	8,28	15,45	22,13	28,40	34,28	39,75	44,81	49,41	55,38	57,10	62,52	65,56	63,81	
500	9,90	16,64	23,83	30,59	36,90	42,77	48,16	53,03	59,27	61,04	66,42	68,84		
530	9,65	18,05	25,87	33,19	40,02	46,33	52,09	57,25	63,74	65,54	70,74	72,15		
560	10,4	19,46	27,89	35,76	43,09	49,83	55,93	61,34	68,00	66,79	74,65	74,74		
600	11,4	21,32	30,55	39,16	47,12	54,39	60,90	66,56	73,31	75,05	79,16			
630	12,1	22,71	32,54	41,68	50,09	57,73	64,50	70,31	77,02	78,67	82,00			
710	14,1	26,38	37,76	48,26	57,80	66,27	73,56	79,52	85,66	86,88	87,12			
800	16,2	30,46	43,52	55,43	66,05	75,23	82,76	88,43	93,00	93,36				

(°) Per i rapporti ≥ di 1 fino a 3, si hanno aumenti lineari dei valori trasmissibili.
Questi aumenti, variano (dal 20 % al 10%) con l'aumentare del numero dei giri.
Per calcoli estremamente precisi chiedere catalogo alla Ditta: Flender Cigala SpA Via Porpora 147 Milano tel. 02/2895151.

Pulegge per cinghie trapezoidali "Blauri"
Progetto DIN 2211/1





Cinghie sez. DIN 7753 e sez. DIN 2215=UNI 5265	*SPZ - XPZ Z/10*	*SPA - XPA A/13*	*APB - XPB B/17*	*SPC - XPC C/22*
bw	*8,5*	*11*	*14*	*19*
b1	*9,7*	*12,7*	*16,3*	*22*
c	*2*	*2,8*	*3,5*	*4,8*
e	*12 ± 0,3*	*15 ± 0,3*	*19 ± 0,4*	*25,5 ± 0,5*
f	*8 ± 0,6*	*10 ± 0,6*	*12,5 ± 0,4*	*17 ± 1*
t	*11 ± 0,6*	*13,8 ± 0,6*	*17,5 ± 0,6*	*23,8 ± 0,6*
Dp min.	*63*	*90*	*140*	*224*
α 34° per Ø prim. Dp	*≤80*	*≤118*	*≤190*	*≤315*
α 38° per Ø prim. Dp	*≥80*	*≥118*	*≥190*	*≥315*
Toll. ang. 34° e 38°	*± 1°*	*± 1°*	*± 1°*	*± 30'*

segue

segue: Pulegge per cinghie trapezoidali "Blauri"

Pulegge SPZ - Z/10

Nº gole	1	2	3	4	5	6
Dp = 63	1a	2b	3a			
" = 67	1a	2b	3a			
" = 71	1a	2b	3a			
" = 75	1a	2d	3c			
" = 80	1c	2d	3c	3c		
" = 85	1c	2f	3e	3e	3e	
" = 90	1c	2f	3e	3e	3e	3e
" = 95	1c	2f	3e	3e	3e	3e
" = 100	1c	2f	3e	3h	3h	3h
" = 106	1e	2f	3e	3h	3h	3h
" = 112	1e	2f	3h	3h	3h	3h
" = 118	1e	2f	3h	3h	3i	3i
" = 125	1e	2f	3h	3h	3i	3i
" = 132	1e	2f	3h	3h	3i	3i
" = 140	1e	3f	4h	4h	4i	4i
" = 150	1e	1h	4h	4i	4i	4i
" = 160	1e	1h	4h	4i	4i	4i
" = 180	1e	1h	4h	4i	4i	4i
" = 200	1h	1h	4h	5i	5i	5i
" = 224	1h	1h	5h	5i	5i	5i
" = 250	1h	1h	5h	5i	5i	5i
" = 280	7h	1h	1i	5i	5i	5i
" = 315	7h	1h	1i	5i	5i	5i
" = 355	7h	1h	1i	5i	5i	5i
" = 400	7h	1i	1i	5i	51	2m
" = 450	7i	7i	7i	21	51	2m
" = 500	7i	7i	7i	21	5m	2m
" = 630		7i	7i	7m	7m	7n
" = 800			71	7m	7n	7n

Pulegge SPC - C/22

Nº gole	3	4	5	6	8
Dp = 224	51	5m	5n	5n	6n
" = 226	51	5n	5n	5n	6n
" = 250	51	5n	5n	5n	5n
" = 265	1n	5n	5n	5n	5n
" = 280	1n	5n	5n	5n	5n
" = 300	7n	5n	5n	5n	5o
" = 315	7n	5n	5n	5n	5o
" = 335	7n	5n	5n	5n	5o
" = 355	7n	5n	5n	5n	5o
" = 375	7n	5n	5n	5o	5p
" = 400	7n	5n	5n	5o	5p
" = 450	7n	5n	5o	5p	5q
" = 500	7n	5n	5o	5p	5q
" = 560	7n	5o	5p	5q	5q
" = 630	7o	7p	5q	5q	5q
" = 800	7p	7q	5q	5q	5q
" = 1000	7q	7q	5q	5q	5q
" = 1250	7q	7q	5q	5q	5q

Materiale: Ghisa G-25
vel. perif fino a 40 m/s

Pulegge SPA - A/13

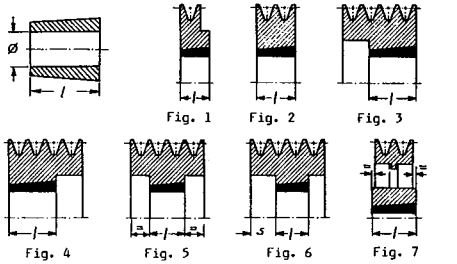
Nº gole	1	2	3	4	5	6
Dp = 90	1a	3a	3e	3g		
" = 95	1a	3e	3e	3g		
" = 100	1e	3e	3e	3g	3g	3g
" = 106	1e	3e	3e	3g	3g	3h
" = 112	1e	3e	3h	3h	3h	3h
" = 118	1e	3e	3h	3h	3h	3h
" = 125	1e	4e	4h	4h	4h	5h
" = 132	1e	4e	4h	4i	4i	5i
" = 140	1e	2h	4i	4i	4i	5i
" = 150	1e	2h	4i	4i	4i	5i
" = 160	1e	2h	4i	4i	4i	5i
" = 180	1e	1i	4i	4i	41	51
" = 200	1h	1i	4i	41	41	51
" = 224	1h	1i	5i	41	41	51
" = 250	1h	1i	5i	51	51	51
" = 280	1h	1i	5i	51	1n	5n
" = 315	1h	1i	11	51	1n	5n
" = 355	1h	1i	11	51	1n	5n
" = 400	1h	1i	11	51	1n	5n
" = 450	1h	1i	11	51	1n	5n
" = 500	1h	1i	11	51	1n	5n
" = 580	1i	11	71	7n	7n	5n
" = 630	1i	11	71	7n	7n	7o
" = 800			7n	7n	7o	7o
" = 1000			7n	7o	7p	7p

Pulegge SPB - B/17

Nº gole	1	2	3	4	5	6	8
Dp= 140	1e	4e	4e	5h	6h	6i	
"= 150	1e	4e	4h	5h	5i	6i	
"= 160	1e	3h	3i	5i	5i	6i	
"= 170	1e	3h	3i	5i	51	5m	
"= 180	1e	3h	3i	5i	51	51	5m
"= 190	1e	3h	3i	5i	51	51	5m
"= 200	1h	1i	41	41	41	51	5n
"= 212	1h	1i	41	41	41	5n	5n
"= 224	1h	1i	4i	41	41	5n	5n
"= 236	1h	1i	4i	41	4n	5n	5n
"= 250	1h	1i	41	41	4n	5n	5n
"= 280		1i	51	51	5n	5n	5n
"= 315		1i	51	1n	5n	5n	5n
"= 355		11	51	1n	5n	5n	5n
"= 400		11	1n	1n	5n	5n	5o
"= 450		11	1n	1n	5n	5o	5o
"= 500		71	1n	1n	5n	5o	5o
"= 560		7m	1n	1n	1o	5o	5p
"= 630		7m	1n	1n	1o	5o	5p
"= 710			1n	1n	1o	5p	5p
"= 800			7n	1o	1o	5p	5p
"= 900			7n	7o	7p	5p	5p
"=1000			7o	7o	7p	5p	5q
"=1250			7o	7p	7p	7q	5q
-							

Nelle tabelle: il numero corrisponde alla figura, la lettera e il riferimento del numero della bussola conica.

Installazione della bussola (Nº denti non impegnativo)



Quote s della fig. 6: 25 (SPB Dp 140 gole 5). 36 (SPB Dp 140,150,160 gole 6). 46 (SPC Dp 224,236 gole 8).

Bussole coniche con chiavetta DIN 6885/1

Riferimento	a	b	c	d	e	f	g	h
Nº della bussola	1108	1108	1210	1210	1610	1610	1615	2012
Lunghezza l	23	28	26	28	26	28	39	33
Ø max del foro	28	28	32	32	42	42	42	50
Riferimento	l	l	m	n	o	p	q	-
Nº della bussola	2517	3020	3030	3535	4040	4545	5050	-
Lunghezza l	46	52	76	89	102	114	127	-
Ø max del foro	60	75	75	90	100	110	127	-

Cinghie trapezoidali V-BELT-PUR

Angst + Pfister SpA Viale Teodorico 25 - 20149 Milano - Tel. 02/31061

3,1 x 2,3 — 4,7 x 3,2 — 7,5 x 2,5 — 11,1 x 7,1

Lunghezze standard delle cinghie V-BELT-PUR (sviluppo in mm)

3M				5M					7M					11M			
180	258	375	545	280	412	600	875	1250	500	730	1060	1550	2240	710	1030	1500	2180
185	265	387	560	290	425	615	900	1280	515	750	1090	1600	2300	730	1060	1550	2240
190	272	400	580	300	437	630	925	1320	530	775	1120	1650		750	1090	1600	2300
195	280	412	600	307	450	650	950	1360	545	800	1150	1700		775	1120	1650	
200	290	425	615	315	462	670	975	1400	560	825	1180	1750		800	1150	1700	
206	300	437	630	325	475	690	1000	1450	580	850	1220	1800		825	1180	1750	
212	307	450	650	335	487	710	1030	1500	600	875	1250	1850		850	1220	1800	
218	315	462	670	345	500	730	1060		615	900	1280	1900		875	1250	1850	
224	325	475	690	355	515	750	1090		630	925	1320	1950		900	1280	1900	
230	335	487	710	365	520	775	1120		650	950	1360	2000		925	1320	1950	
236	345	500	730	375	545	800	1150		670	975	1400	2060		950	1360	2000	
243	355	515	750	387	560	825	1180		690	1000	1450	2120		975	1400	2060	
250	365	530		400	580	850	1220		710	1030	1500	2180		1000	1450	2120	

Potenze trasmissibili (alcuni esempi per durata media di servizio)

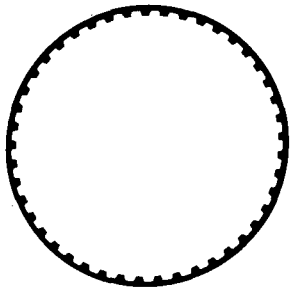
N° giri pul. vel.	3M Ø est.pul.pic. 17	20	25	31,5	5M Ø est. pul. piccola 26,5	31,5	40	50	7M Ø est. pul. piccola 42,5	50	60	80	11M Ø est. pul. piccola 67	80	100	125
	(W)				(W)				(kW)				(kW)			
1000	22	44	81	132	96	169	301	477	0,32	0,53	0,81	1,46	1,32	2,01	3,18	4,70
1750	22	59	118	206	132	257	478	772	0,48	0,83	1,29	2,37	2,07	3,23	5,15	7,64
2000	15	59	132	228	140	279	529	860	0,52	0,92	1,43	2,65	2,31	3,61	5,27	8,60
3000	0	74	169	309	169	375	728	1198	0,68	1,26	1,98	3,71	3,14	5,01	8,09	12,05
3450	0	74	184	338	176	404	809	1337	0,73	1,37	2,21	4,16	3,48	5,60	9,04	13,52
4000	0	74	198	375	176	448	904	1506	0,79	1,52	2,47	4,68	3,86	6,27	10,22	15,14
5000	0	66	221	434	176	507	1065	1786	0,86	1,76	2,92	5,57	4,48	7,42	12,05	17,93

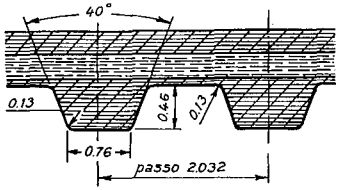
Le cinghie V-BELT-PUR risolvono, problemi di notevoli sollecitazioni in trasmissioni con dimensioni e spazi ridotti.
Il corpo della cinghia e un composto poliuretanico particolare che evita deformazioni e permette una perfetta unione con i trefoli.
Si ha quindi un maggiore coefficiente d'attrito ($\alpha = 60°$), piu elevata resistenza all'abrasione, minore forza flettente, (sommita nervata), piu rigidita trasvers.
Si otterranno quindi. interassi piu piccoli, pulegge piu piccole e piu strette, maggiori rapporti di trasmissione, migliore scorrevolezza e mantenimento della tensione.
Applicazioni principali.
Rettifiche, molatrici, frese, trapani, filettatrici, torni a c. n. Macchine: lavorazione legno, odontotecnica, ufficio. Compressori, pompe, ventilatori, impastatrici, agitatori, lavatrici, condizionatori, tagliaerba; ecc.
Sezioni.
3M: sostituiscono cinghie tonde, a molla, o cinghie piatte.
5M: sostituiscono le sez. Z e A.
7M: sostituiscono le sez. A e B.
11M: impiegate per trasmissioni accessorie di veicoli pesanti, azionamento compressori e avviamento motori a combustione interna.
Sono fornibili (a richiesta) anche le relative pulegge.
Chiedere il catalogo alla ditta fornitrice.

Trasmissioni "Gates" PowerGrip - Mini Pitch

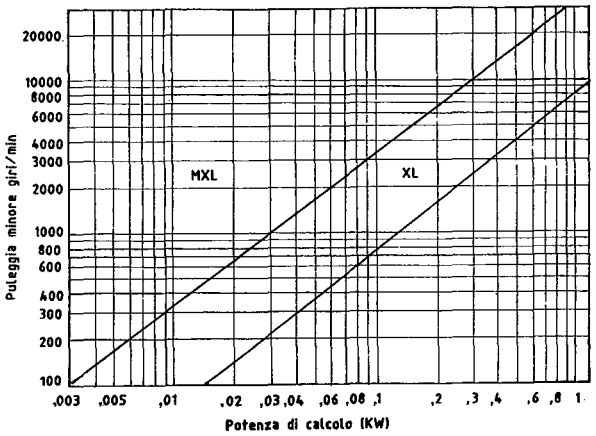
Concess. Flender Cigala Spa Via Porpora 147 - 20131 Milano

Lo sviluppo dell'industria dei computers, delle macchine per ufficio e della meccanica di precisione ha generato la necessita di trasmissioni con massima sincronizzazione, alte velocita e ingombro limitato. La cinghia dentata MINI PITCH, con il suo passo ridottissimo, e l'elemento ottimale in quelle applicazioni nelle quali vi sia combinazione di piccoli diametri delle pulegge con il massimo numero di denti in presa. La cinghia dentata MINI PITCH offre per tutta la gamma dei rapporti di trasmissione, il vantaggio di un basso costo e di un ingombro limitato, consentendo cosi grande flessibilita nella progettazione. La stabilita in lunghezza della cinghia MINI PITCH, che e ottenuta mediante l'impiego di corde in fibra di vetro quali elementi di tensione, consente trasmissioni miniaturizzate precise ed economiche. I componenti sono:
- le corde in fibra di vetro che consentono la stabilita in lunghezza e la flessibilita.
- i denti e il corpo in neoprene, per una lunga durata e leggerezza
- copertura in Nylon: protegge e rinforza la superficie del dente.





- Scelta di una trasmissione-
Potenza di calcolo (N) = potenza assorbita x Sf (Sf = 1,5 o maggiore per picchi di carico)
Passo cinghia (P) vedi grafico in zona MXL (se in zona XL vedere le cinghie Power Grip)
Pulegge (vedi tabella 1)



segue

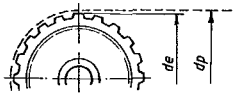
segue: Trasmissioni "Gates" PowerGrip - Mini Pitch

- Tabella 1 - Pulegge

Numero dei denti. da 10 a 150 (con progressione di 1)

Diam. prim. = Z x P 3,1416

Diam. est. = Dp - 0,51 mm.



Lunghezza cinghia (BL) per interasse stabilito (C)

$$BL = 2C + \frac{(Dp-dp)^2}{4C} + 1,57(Dp+dp)$$

Lunghezze delle cinghie (Tab. 2)

Lunghezza primitiva delle cinghie = numero denti (Z) x passo (P)

Numero denti delle cinghie disponibili.

36-40-45-53-54-55-57-58-59-60-61-63-67-68-70-71-72-73-75-76-77-79-80-81-82-83-84-85-87-88-90-92-94-95-97-100-101-103-105-107-109-110 114-118-120-122-123-125-126- 127-129-130-132-139-140-145-150- 160-165-175-184-190-200-210-221- 225-229-232-235-248-249-256-280- 295-298-300-315-347-358-372-390- 400-412-420-424-431-434-440-463- 475-488-498-500-505-546-592.

Altre dimensioni a richiesta.

Interasse (C)

$$A = \frac{BL}{2} - 0,7855(Dp+dp)$$

$$B = \frac{A}{(Dp - dp)}$$

C = A F (valori di F, interpolare se necessario, tab. seguente)

B	F	B	F	B	F
,7998	1,43	,8759	1,28	1,121	1,13
,8024	1,42	,8839	1,27	1,155	1,12
,8058	1,41	,8940	1,26	1,194	1,11
,8094	1,40	,9031	1,25	1,239	1,10
,8131	1,39	,9128	1,24	1,291	1,09
,8178	1,38	,9248	1,23	1,360	1,08
,8220	1,37	,9378	1,22	1,432	1,07
,8263	1,36	,9495	1,21	1,533	1,06
,8316	1,35	,9644	1,20	1,661	1,05
,8363	1,34	,9803	1,19	1,832	1,04
,8422	1,33	,9974	1,18	2,078	1,03
,8473	1,32	1,019	1,17	2,529	1,02
,8540	1,31	1,039	1,16	3,556	1,01
,8609	1,30	1,062	1,15	11,186	1,00
,8682	1,29	1,090	1,14	+	1,00

Larghezza cinghia

a) COPPIA (Md)

$$Md = \frac{9555 \times N}{n} \quad (Nm)$$

dove n (min^{-1}) = giri

b) TENSIONE EFFETTIVA (Te)

$$Te = \frac{2Md}{dp} \quad (N)$$

c) TENSIONE DI ESERCIZIO (Ta)

$$Ta = Te \times Sf \quad (N)$$

La larghezza della cinghia si seleziona usando la seguente tabella che indica le tensioni di lavoro ammissibili in considerazione di.

$$Ta \leq Te \times Sf \quad (N)$$

Largh.	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16
Ta (N)	14	24	35	44	53	63

Largh.	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
Ta (N)	77	88	98	117	142	166

La tabella si riferisce a 6 denti in presa (TIM) Nel caso si abbiano meno di 6 denti in presa (TIM) il coefficiente di sicurezza va moltiplicato per il fattore TIM.

Denti in presa (TIM)	Fattore TIM
5	1,2
4	1,5
3	2,0

Il valore di TIM si calcola con:

$$TIM = \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{79} \times \frac{P}{C}(Z-z)\right) \times Z$$

Z = numero denti ruota grande

z = " " " piccola.

Codici per la designazione

Cinghie, esempio

cinghia MXL - Z 36 - largh. 1/4"

$\frac{Z \times P}{25,4} \times 100$, 1/4" = 0,25"

Designazione:

Cinghia 288 - MXL - 025.

Pulegge (prefisso P), Esempio puleggia MXL - Z 40 - largh.1/4"

Designazione:

Puleggia P - 40 - MXL - 025.

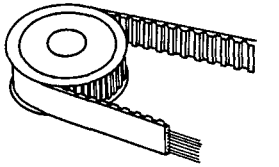
Nota

Sono disponibili anche cinghie che, sotto la stessa denominazione, hanno un passo leggermente maggiore: 0,0816" (2,0726 mm) Si consiglia l'uso di questo passo solo per la sostituzione di cinghie esistenti.

Trasmissioni "Gates" Cinghie dentate Power Grip

Concessionario Flender Cigala Spa Via Porpora 144 - 20131 Milano

La Gates ha inventato le cinghie dentate Power Grip nel 1946. allora le costruiva in neoprene, con corde in fibra di vetro e i denti rivestiti di nylon resistente all'abrasione. Il fatto che oggi si usino gli stessi materiali dimostra chiaramente che, quasi 50 anni di successi hanno dato ragione al suo inventore. Precisione nel passo, flassibilita, resistenza al carico e all'allungamento. Queste sono alcune caratteristiche del loro durare nel tempo.



Passo	Cod.
5,080	XL
9,525	L
12,70	H

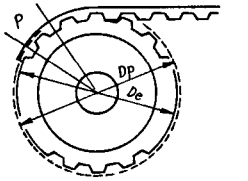


Tabella 1 - Fattori di servizio

Fattori di servizio base C_1 — Motori	c.a.coppia gabbia di fase.	norm. scoiatt. sincr	c.a. a repuls. e variaz.	alta coppia monof.	coppia c.c.ad deriv	ec c.c. in c.1.4cil.	citaz. serie comp.	o c.1.3 cil.
Macchina mossa — h/d di lavoro	≤10	10÷16	>16	≤10	10÷16	>16		
Registr.,tacheometri,macchine per ufficio,elettrodom. leggeri, ecc.	1,0	1,4	1,5	1,2	1,7	1,8		
Agitat. per liquidi, pompe centr. e compress., convogliat. leggeri, macch. media potenza, ventilatori fino a 7,5 kW, linotype, ecc.	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0		
Agitat. per semilig.,convogliat., generatori, macch.utensili,ventilatori oltre 7,5 kW, pompe rotat. vibratori, linee d'alberi, ecc.	1,6	1,7	1,9	1,9	2,0	2,2		
Compress.,elevatori a tazze, centrifughe, convogliat.,macch. carta e tessili, pompe a pist. ecc.	1,7	1,9	2,0	2,0	2,2	2,3		
Macch.da fornaci,compress.a pistoni, montacarichi,calandre, macch. per la gomma, frantumatori, ecc.	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4		

Fattore rapporto C_2			
1÷1,24			0
1,25÷1,74	0,1	1,75÷2,49	0,2
2,50÷3,49	0,3	oltre 3,5	0,4

Fattore C_4 - Denti in presa			
denti in presa	5	4	3
fatt.di capacita	0,5	0,6	0,4

Fattore tenditore $C_3 = C_1 + 0,2$

Fatt.serv.interm. $C_5 = C_1 - 0,2$

Esempio di calcolo di una trasmissione

Generatore veloc. 1150 giri/min, funzionamento 24 h/d,diametro della puleggia non > di 200 mm.	Motore c.a. sincrono,coppia norm. 4 kW, 1440 giri/min. Interasse richiesto (Ir) 480 mm ± 20 mm.
Fatt. base C_1 + fatt. rapporto C_2	C_1 (1,9) + C_2 (0,1) = 2
Rapporto K	K = 1440 1150 = 1,25
Potenza di progetto	4 x 2 = 8 kW
Scelta del passo (diagramma 2)	passo 5,08 mm H
Diam. pul. motore Dp (tab.4)	Dp = 129,36 32H
Diam. pul. generatore DP (tab.4) (non > di 200 mm)	DP = 129,36 x 1,25 = 161,7 mm 40H (segue nella pag. seguente)

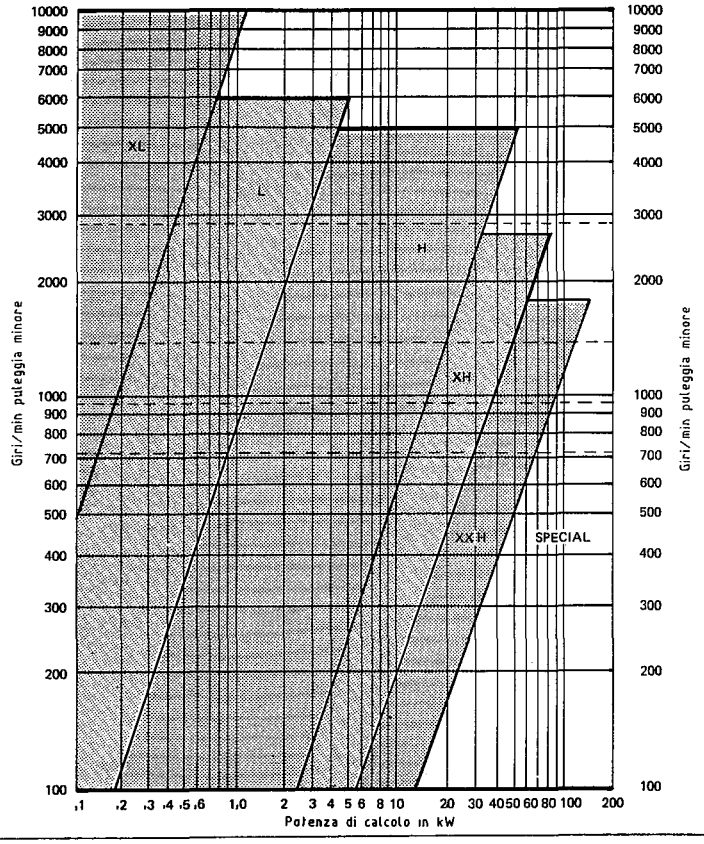
segue

segue: Trasmissioni "Gates" Cinghie dentate Power Grip

segue: Esempio di calcolo di una trasmissione

Lunghezza cinghia La (approssim.) $La=2Ir+1,57(DP+Dp)+\frac{(DP-Dp)^2}{4Ir}$	La = 960+456,96+0,54 = 1417,5 mm (scelto lungh. di stock più vicina (L) = 1447,8 mm 570H)(tab.3)
Interasse esatto I I = Ir + (L - La) 2 (per L > La) I = Ir - (La - L) 2 (per L < La)	I = 480 + 15,15 = 495,5 mm
Larghezza cinghia (tab. 7)	(32H - 1400 giri/min) = 5,8 kW 8:5,8=1,38(fatt.largh.stock=1,56) 1,56=H150(38mm) 5,8x1,56=9,048 kW
Risultato per l'ordinazione: Puleggia motore 32 H 150 F Puleggia gener. 40 H 150 F Cinghia 570 H 150	Per maggiori potenze di progetto sono prodotte anche cinghie XH e XXH. Se necessarie chiedere il catalogo alla Ditta Flender Cigala.

Scelta del passo (diagramma 2)



segue

segue: Trasmissioni "Gates" Cinghie dentate Power Grip

Tabella 3 - Lunghezza delle cinghie (di stock)

Passo 5,08 mm - XL				Passo 9,525 mm - L				Passo 12,7 mm - H			
Cod. lung.	N° Z	Cod. lung.	N° Z	Cod. lung.	N° Z	Cod. lung.	N° Z	Cod. lung.	N° Z	Cod. lung.	N° Z
60XL	30	170XL	85	124L	33	322L	86	240H	49	630H	126
70XL	35	180XL	90	150L	40	340L	92	270H	54	660H	132
80XL	40	190XL	95	187L	50	367L	98	300H	60	700H	140
90XL	45	200XL	100	210L	56	390L	104	330H	66	750H	150
100XL	50	210XL	105	225L	60	420L	112	360H	72	800H	160
110XL	55	220XL	110	240L	64	450L	120	390H	78	850H	170
120XL	60	230XL	115	255L	68	480L	128	420H	84	900H	180
130XL	65	240XL	120	270L	72	510L	136	450H	90	1000H	200
140XL	70	250XL	125	285L	76	540L	144	480H	96	1100H	220
150XL	75	260XL	130	300L	80	600L	160	510H	102	1250H	250
160XL	80	-	-	-	-	-	-	540H	108	1400H	280
								570H	114	1700H	340
								600H	120	-	-

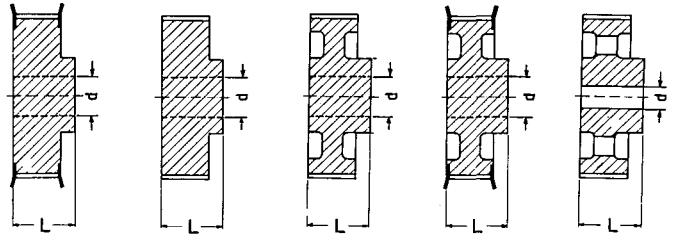
Diam. prim. cinghia = Z (N°denti) x passo.

larghezza 9,5 mm		largh.	13	19	25	lar. 19	25	38	51	76
Codice 037			050	050	100	Cod.075	100	150	200	300

Esempio designazione (codice lunghezza e passo, codice larghezza)
Cinghia 114 denti, passo H, larghezza 38 mm:
Cinghia 570 H 150.

Tabella 4 - Dimensioni e forma delle pulegge

N° denti delle pulegge ottenibili (comprese quelle di stoch):	Codice XL	da 10 ÷ 120	- per N°	87	rapporti
	" L	" 10 - 150	- " "	133	"
	" H	" 14 - 156	- " "	156	"



tipo 6F 6 6W 6WF 6A

Esempio di designazione di una puleggia avente 20 denti, passo 12,7 mm, (H), larghezza 150 mm:
Puleggia 20 H 150 F

segue

segue: Trasmissioni "Gates" Cinghie dentate Power Grip

segue: Tabella 4 - Dimensioni e forma delle pulegge

Passo 5,08 mm XL				Passo 9,525 mm L						Passo 12,7 mm H							
C.l. XL025-XL037							L050	L075	L100				H075	H100	H150	H200	H300
6,35-9,525 d						d	12,7	19,05	25,4			d	19,05	25,4	38,1	50,8	76,2
Z	Tipo	max	L	Z	Tipo	max	L	L	L	Z	Tipo	max	L	L	L	L	L
10°		7		10°		12	28			14°		25					
11°		7		11°		15				15°		28					
12°		8		12°		15				16°		28					
13°		10		13°		18	30			17°		28					
14°		10	20	14°		18				18°		35					
15°		10		15°		21				19°		36					
16°		10		16°		22				20°		38					
17		12		17°		22				21°	6F	42					
18°		12		18°		25				22°		44					
19°	6F	12		19°		25				23°		44					
20°		15		20°		28				24°		47					
21°		15		21°		30				25°				45	58	70	
22°		15		22°	6F	30				26°			40				
24°		18	22	23°		35				27°							
26°		18		24°		35				28°							
27°		20		25°						29°							
28°		20		26°						30°	6						
29°		20		27°		36				32°		50					
30°		23		28°						33°							
32°		23		29°				38	45	34°							
34°		23		30°						35°							
35		23		32°			32			36°							
36°				33°						38							100
38°				34°						40°	6W						
39				35						44°							
40°				36°						45°							
41	6WF			40°						48°			45				
42°				41°						49				50			
43				42°						50°		56					
44°				44°	6WF	40				52							
45				45°						58							
46				47°						60°							
47				48°						70					65		
48°			25	49						72°				55		75	
49		28		50						82		62					
50°				52						84°							
52°				56°						94							
56°				57°						96°	6A						
57				60°						106		75		60			
58				65	6W					116							
59	6A			66		46	42	45	50	118							
60°				72°						120°							
68°				84°						150							
69				90°		62				152		95		70	75	80	
70				96		75	45	50	60	154							
71				120		75				156							
72°																	
84		31															

C.l. = codice di larghezza. (°) Tipi di stock pronti a magazzino.
Materiale Pul. XL. alluminio, L. acciaio (10÷36) ghisa (40÷120),
H: acciaio (14÷23) ghisa (24÷156). $Dp = \frac{Z \times passo}{3,1416}$, Ø est.flange = Dp +~6 mm.

segue

Cinghie Power Grip XL (largh. 25 mm) Potenze trasmissibili in kW

giri	- Puleggia minore - Codice (numero denti)												
min	10XL	11XL	12XL	14XL	15XL	16XL	18XL	20XL	21XL	22XL	24XL	28XL	30XL
100	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
200	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
300	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,13	0,13
400	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14	0,17	0,18
500	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,16	0,18	0,22	0,22
600	0,09	0,10	0,10	0,13	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28
700	0,10	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,30	0,32
800	0,12	0,13	0,14	0,17	0,18	0,19	0,22	0,25	0,25	0,27	0,30	0,34	0,37
900	0,13	0,15	0,16	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28	0,29	0,30	0,33	0,38	0,41
1000	0,15	0,16	0,18	0,22	0,23	0,25	0,28	0,31	0,32	0,34	0,37	0,43	0,46
1100	0,16	0,19	0,19	0,23	0,25	0,27	0,30	0,34	0,35	0,37	0,40	0,47	0,51
1160	0,17	0,19	0,21	0,25	0,27	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,49	0,53
1200	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,29	0,33	0,37	0,39	0,40	0,44	0,51	0,55
1300	0,19	0,22	0,23	0,28	0,30	0,31	0,36	0,40	0,42	0,43	0,48	0,55	0,60
1400	0,21	0,23	0,25	0,30	0,32	0,34	0,39	0,43	0,45	0,47	0,51	0,60	0,64
1500	0,22	0,25	0,27	0,32	0,34	0,37	0,41	0,46	0,48	0,50	0,55	0,64	0,69
1600	0,25	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40	0,44	0,48	0,51	0,54	0,59	0,68	0,73
1700	0,26	0,28	0,31	0,37	0,39	0,42	0,47	0,50	0,54	0,57	0,62	0,72	0,78
1750	0,27	0,29	0,32	0,37	0,40	0,43	0,48	0,54	0,56	0,59	0,64	0,75	0,80
1800	0,28	0,30	0,33	0,38	0,41	0,44	0,49	0,55	0,57	0,60	0,66	0,77	0,82
2000	0,31	0,34	0,37	0,43	0,46	0,48	0,55	0,61	0,64	0,67	0,73	0,86	0,92
2200	0,34	0,37	0,40	0,47	0,51	0,54	0,60	0,67	0,70	0,74	0.81	0,93	1,00
2400	0,37	0,40	0,44	0,51	0,55	0,59	0,66	0,73	0,77	0,80	0,88	1,02	1,09
2600	0,40	0,43	0,48	0,55	0,60	0,63	0,72	0,79	0,84	0,87	0,93	1,10	1,18
2800	0,43	0,47	0,51	0,60	0,64	0,69	0,77	0,86	0,90	0,94	1,02	1,19	1,28
3000	0,46	0,50	0,55	0,64	0,69	0,73	0,82	0,92	0,95	1,00	1,09	1,28	1,36
3200	0,48	0,54	0,59	0,68	0,73	0,78	0,88	0,97	1,02	1,07	1,16	1,35	1,45
3400	0,51	0,57	0,62	0,72	0,78	0,83	0,93	1,03	1,08	1,13	1,24	1,43	1,53
3500	0,54	0,59	0,64	0,75	0,80	0,86	0,95	1,06	1,11	1,17	1,28	1,48	1,57
3600	0,55	0,60	0,66	0,77	0,82	0,88	0,98	1,09	1,15	1,20	1,31	1,51	1,61
3800	0,58	0,62	0,69	0,81	0,87	0,93	1,04	1,15	1,21	1,27	1,37	1,59	1,69
4000	0,61	0,67	0,73	0,86	0,92	0,97	1,09	1,22	1,28	1,33	1,45	1,67	1,78
4200	0,64	0,70	0,77	0,90	0,95	1,02	1,14	1,28	1,33	1,39	1,51	1,75	1,86
4400	0,67	0,74	0,81	0,93	1,00	1,07	1,20	1,33	1,39	1,45	1,58	1,83	1,95
4600	0,70	0,77	0,84	0,98	1,04	1,12	1,25	1,39	1,45	1,52	1,65	1,90	2,02
4800	0,73	0,80	0,88	1,02	1,09	1,16	1,31	1,45	1,51	1,59	1,72	1,98	2,10
5000	0,76	0,84	0,92	1,06	1,13	1,22	1,36	1,50	1,57	1,64	1,78	2,05	2,18
5500	-	-	-	-	1,25	1,33	1,49	1,64	1,72	1,80	1,95	2,23	2,37
6000	-	-	-	-	1,36	1,45	1,61	1,78	1,86	1,95	2,10	2,41	2,54
6500	-	-	-	-	1,46	1,56	1,75	1,92	2,01	2,09	2,26	2,55	2,72
7000	-	-	-	-	1,57	1,67	1,88	2,05	2,14	2,23	2,41	2,72	2,86
7500	-	-	-	-	1,68	1,78	1,98	2,18	2,28	2,37	2,54	2,86	3,01
8000	-	-	-	-	-	-	2,10	2,31	2,41	2,49	2,68	3,00	3,14
8500	-	-	-	-	-	-	2,22	2,43	2,53	2,63	2,80	3,13	3,26
9000	-	-	-	-	-	-	2,33	2,54	2,65	2,75	2,92	3,24	3,36
9500	-	-	-	-	-	-	2,45	2,66	2,76	2,86	3,04	3,33	3,45
10000	-	-	-	-	-	-	2,54	2,77	2,86	2,96	3,14	3,42	3,52
	da usare solo se accettabile una riduzione di durata della cinghia												

Cod.lar.cingh.	025*	031	037*	043	050	062	075	087	100	125	156
larghezza mm	6,5	8	9,5	11	13	16	19	22	25	35	38
Fatt.di largh.	0,15	0,21	0,28	0,35	0,42	0,57	0,71	0,86	1,00	1,29	1,56

(*) Cinghie di stock.

segue

Cinghie Power Grip L (largh. 25 mm) Potenze trasmissibili in kW

-Tabella 6

giri min \ Puleggia minore - Codice (numero denti)	14L	16L	17L	18L	19L	20L	21L	22L	24L	26L	28L	30L	32L	36L	40L	48L
100	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,19
200	0,11	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,28	0,31	0,37
300	0,16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,42	0,47	0,56
400	0,22	0,25	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,50	0,56	0,62	0,75
500	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58	0,62	0,70	0,78	0,93
600	0,33	0,37	0,40	0,42	0,44	0,47	0,49	0,51	0,56	0,60	0,65	0,70	0,75	0,84	0,93	1,11
700	0,38	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,57	0,60	0,65	0,71	0,76	0,81	0,87	0,97	1,08	1,29
800	0,43	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	1,11	1,23	1,47
870	0,47	0,54	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,75	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07	1,20	1,34	1,60
900	0,49	0,56	0,60	0,63	0,66	0,70	0,73	0,77	0,84	0,90	0,97	1,04	1,11	1,25	1,38	1,65
1000	0,54	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,81	0,85	0,93	1,00	1,08	1,16	1,23	1,38	1,53	1,82
1100	0,60	0,69	0,72	0,77	0,81	0,85	0,90	0,93	1,01	1,10	1,19	1,27	1,35	1,51	1,68	1,99
1160	0,63	0,72	0,77	0,81	0,85	0,90	0,94	0,98	1,07	1,16	1,25	1,34	1,42	1,60	1,76	2,10
1200	0,66	0,75	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97	1,01	1,11	1,20	1,29	1,38	1,47	1,65	1,82	2,16
1300	0,71	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,49	1,59	1,78	1,96	2,33
1400	0,76	0,87	0,92	0,97	1,03	1,08	1,13	1,19	1,29	1,40	1,50	1,60	1,71	1,91	2,10	2,49
1500	0,81	0,93	0,98	1,04	1,10	1,16	1,21	1,27	1,38	1,49	1,60	1,72	1,82	2,04	2,25	2,65
1600	0,87	0,98	1,05	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35	1,47	1,59	1,70	1,82	1,94	2,16	2,39	2,80
1700	0,92	1,05	1,11	1,18	1,24	1,31	1,37	1,43	1,56	1,69	1,81	1,93	2,05	2,29	2,52	2,96
1750	0,95	1,08	1,15	1,21	1,28	1,34	1,41	1,48	1,60	1,73	1,86	1,98	2,11	2,35	2,59	3,03
1800	0,97	1,11	1,18	1,25	1,31	1,38	1,45	1,51	1,65	1,78	1,91	2,04	2,16	2,41	2,65	3,10
1900	1,03	1,17	1,24	1,31	1,38	1,45	1,52	1,60	1,73	1,87	2,01	2,14	2,28	2,53	2,78	3,25
2000	1,08	1,23	1,31	1,38	1,45	1,53	1,60	1,68	1,82	1,96	2,10	2,25	2,38	2,66	2,90	3,39
2200	1,19	1,35	1,43	1,51	1,60	1,68	1,75	1,84	1,99	2,15	2,30	2,45	2,60	2,88	3,16	3,65
2400	1,29	1,47	1,56	1,65	1,73	1,82	1,91	1,99	2,16	2,33	2,49	2,66	2,80	3,11	3,39	3,89
2500	1,34	1,53	1,62	1,72	1,81	1,89	1,98	2,07	2,25	2,42	2,59	2,75	2,91	3,21	3,50	3,99
2600	1,40	1,59	1,69	1,78	1,87	1,96	2,06	2,15	2,33	2,51	2,68	2,84	3,01	3,31	3,60	4,09
2800	1,50	1,71	1,81	1,91	2,01	2,10	2,21	2,31	2,49	2,68	2,86	3,03	3,20	3,51	3,80	4,27
3000	1,60	1,82	1,93	2,04	2,14	2,25	2,35	2,45	2,65	2,84	3,03	3,21	3,39	3,71	3,99	4,43
3200	1,70	1,94	2,04	2,16	2,27	2,38	2,49	2,60	2,80	3,01	3,20	3,39	3,56	3,88	4,16	4,56
3400	1,81	2,05	2,17	2,29	2,40	2,51	2,63	2,74	2,96	3,16	3,36	3,55	3,72	4,04	4,31	4,65
3500	1,86	2,11	2,23	2,35	2,47	2,58	2,70	2,81	3,03	3,25	3,44	3,63	3,80	4,12	4,38	4,68
3600	1,90	2,16	2,29	2,41	2,53	2,65	2,77	2,88	3,10	3,32	3,52	3,71	3,89	4,19	4,44	4,71
3800	2,01	2,26	2,40	2,54	2,66	2,78	2,90	3,02	3,25	3,46	3,66	3,85	4,03	4,32	4,54	4,72
4000	2,11	2,39	2,51	2,66	2,78	2,90	3,03	3,16	3,39	3,60	3,80	3,98	4,16	4,43	4,63	4,71
4200	–	2,49	2,63	2,78	2,89	3,03	3,16	3,28	3,52	3,74	3,94	4,12	4,28	4,54	4,68	4,65
4400	–	2,60	2,74	2,88	3,01	3,15	3,28	3,41	3,65	3,87	4,06	4,24	4,39	4,61	4,72	4,54
4600	–	2,71	2,85	2,99	3,13	3,27	3,40	3,53	3,77	3,98	4,17	4,34	4,48	4,67	4,74	4,39
4800	–	2,81	2,95	3,11	3,25	3,39	3,52	3,65	3,88	4,09	4,27	4,43	4,57	4,71	4,71	4,20
5000	–	2,92	3,06	3,22	3,36	3,49	3,63	3,76	3,99	4,20	4,37	4,52	4,63	4,73	4,67	3,95
5200	–	3,01	3,16	3,32	3,45	3,60	3,74	3,86	4,09	4,30	4,46	4,59	4,68	4,73	4,60	3,66
5400	–	3,11	3,26	3,42	3,56	3,70	3,83	3,96	4,19	4,39	4,53	4,65	4,71	4,70	4,48	3,31
5600	–	3,20	3,36	3,52	3,66	3,80	3,94	4,06	4,27	4,46	4,60	4,68	4,73	4,66	4,35	2,90
5800	–	3,30	3,45	3,61	3,76	3,89	4,03	4,16	4,36	4,53	4,65	4,71	4,73	4,58	4,18	2,44
6000	–	3,39	3,54	3,71	3,84	3,98	4,12	4,24	4,42	4,59	4,68	4,74	4,72	4,48	3,97	1,92
	Usare solo se accettabile una riduzione di durata cinghia.													Non usare pulegge di ghisa		
Codice *		037	050•	062	075•	087	100•	125	150	175	200	250	300			
largh mm		9,5	13	16	19	22	25	32	38	44	51	64	76			
Fattore *		0,28	0,42	0,57	0,71	0,86	1,00	1,29	1,56	1,84	2,14	2,72	3,36			

• Cinghie di stock
* di larghezza cinghia

segue

Cinghie Power Grip H (largh. 25 mm) Potenze trasmissibili in kW

-Tabella 7

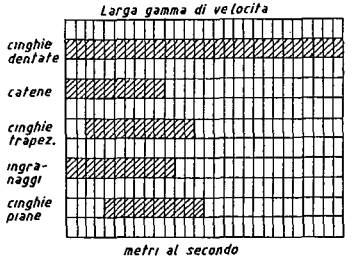
giri min \ Puleggia minore - Codice (numero denti)	14H	16H	18H	19H	20H	21H	22H	24H	26H	28H	30H	32H	36H	40H	44H	48H
100	0,19	0,21	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,48	0,53	0,58	0,63
200	0,37	0,43	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,63	0,69	0,74	0,79	0,84	0,95	1,05	1,16	1,27
300	0,55	0,63	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87	0,95	1,03	1,11	1,19	1,27	1,42	1,58	1,74	1,89
400	0,74	0,84	0,95	1,00	1,05	1,11	1,16	1,27	1,37	1,48	1,58	1,69	1,89	2,10	2,31	2,52
500	0,93	1,05	1,19	1,25	1,32	1,39	1,45	1,58	1,72	1,84	1,98	2,10	2,36	2,63	2,89	3,15
600	1,11	1,27	1,42	1,51	1,58	1,66	1,74	1,89	2,05	2,21	2,36	2,52	2,83	3,15	3,46	3,77
700	1,29	1,48	1,66	1,75	1,84	1,93	2,03	2,21	2,39	2,57	2,76	2,94	3,30	3,66	4,03	4,39
800	1,48	1,69	1,89	2,00	2,10	2,21	2,31	2,52	2,73	2,94	3,15	3,36	3,77	4,18	4,59	4,99
870	1,60	1,84	2,06	2,17	2,29	2,40	2,51	2,75	2,97	3,19	3,42	3,65	4,10	4,54	4,98	5,42
900	1,66	1,89	2,13	2,25	2,36	2,48	2,60	2,83	3,07	3,30	3,54	3,77	4,23	4,69	5,14	5,59
1000	1,84	2,10	2,36	2,50	2,63	2,76	2,89	3,15	3,41	3,66	3,92	4,18	4,69	5,19	5,69	6,19
1100	2,03	2,31	2,60	2,75	2,89	3,03	3,18	3,46	3,74	4,03	4,30	4,59	5,15	5,69	6,24	6,77
1160	2,13	2,44	2,75	2,89	3,04	3,19	3,34	3,65	3,94	4,24	4,54	4,83	5,42	5,99	6,56	7,12
1200	–	2,52	2,83	2,99	3,15	3,30	3,46	3,77	4,07	4,39	4,69	4,99	5,59	6,19	6,77	7,36
1300	–	2,73	3,07	3,24	3,41	3,57	3,74	4,07	4,41	4,74	5,07	5,39	6,04	6,68	7,30	7,92
1400	–	2,94	3,30	3,48	3,66	3,84	4,02	4,38	4,74	5,10	5,45	5,80	6,48	7,16	7,83	8,47
1500	–	3,15	3,54	3,73	3,92	4,11	4,30	4,68	5,07	5,45	5,82	6,19	6,92	7,64	8,34	9,02
1600	–	3,36	3,77	3,98	4,18	4,38	4,59	4,99	5,39	5,80	6,19	6,58	7,36	8,11	8,84	9,55
1700	–	3,56	4,00	4,21	4,43	4,65	4,86	5,30	5,72	6,14	6,56	6,97	7,78	8,57	9,33	10,1
1750	–	3,66	4,12	4,33	4,56	4,78	5,01	5,45	5,88	6,31	6,74	7,16	7,99	8,80	9,58	10,3
1800	–	3,77	4,23	4,46	4,68	4,92	5,14	5,59	6,04	6,48	6,92	7,36	8,20	9,02	9,81	10,6
1900	–	4,04	4,46	4,70	4,94	5,18	5,42	5,89	6,36	6,83	7,28	7,73	8,62	9,47	10,3	11,1
2000	–	4,18	4,68	4,94	5,19	5,45	5,69	6,18	6,68	7,16	7,64	8,11	9,03	9,90	10,7	11,5
2100	–	–	4,92	5,18	5,44	5,71	5,97	6,48	6,99	7,50	7,99	8,47	9,42	10,3	11,2	12,0
2200	–	–	5,14	5,42	5,69	5,97	6,24	6,77	7,30	7,83	8,34	8,84	9,82	10,7	11,6	12,4
2300	–	–	5,37	5,65	5,94	6,22	6,51	7,06	7,62	8,15	8,68	9,20	10,2	11,6	12,0	12,9
2400	–	–	5,59	5,89	6,18	6,48	6,77	7,35	7,92	8,49	9,02	9,55	10,6	11,5	12,4	13,3
2500	–	–	5,82	6,12	6,43	6,74	7,04	7,63	8,22	8,80	9,35	9,90	11,0	11,9	12,8	13,6
2600	–	–	6,04	6,36	6,68	6,99	7,30	7,92	8,52	9,12	9,68	10,2	11,3	12,3	13,2	14,0
2800	–	–	6,48	6,82	7,15	7,49	7,83	8,47	9,11	9,74	10,3	10,9	12,0	13,0	13,9	14,6
3000	–	–	6,92	7,27	7,63	7,98	8,34	9,01	9,68	10,3	10,9	11,5	12,7	13,6	14,5	15,2
3200	–	–	7,35	7,73	8,09	8,47	8,84	9,54	10,2	10,9	11,5	12,1	13,3	14,2	15,0	15,7
3400	–	–	7,78	8,17	8,56	8,94	9,33	10,1	10,8	11,5	12,1	12,7	13,8	14,7	15,5	16,0
3500	–	–	7,99	8,39	8,78	9,18	9,58	10,3	11,0	11,7	12,4	13,0	14,1	15,0	15,7	16,1
3600	–	–	–	–	9,00	9,41	9,82	10,6	11,3	12,0	12,6	13,2	14,3	15,2	15,9	16,2
3800	–	–	–	–	9,45	9,87	10,3	11,1	11,8	12,5	13,2	13,7	14,8	15,6	16,1	16,4
4000	–	–	–	–	9,88	10,3	10,7	11,5	12,3	13,0	13,6	14,2	15,2	15,9	16,3	16,3
4200	–	–	–	–	10,3	10,8	11,2	12,0	12,7	13,5	14,1	14,6	15,6	16,1	16,4	16,2
4400	–	–	–	–	10,7	11,2	11,6	12,4	13,2	13,9	14,5	15,0	15,9	16,3	16,3	15,9
4600	–	–	–	–	11,1	11,6	12,0	12,8	13,6	14,3	14,9	15,4	16,1	16,4	16,2	15,5
4800	–	–	–	–	11,5	12,0	12,4	13,2	14,0	14,7	15,2	15,6	16,3	16,3	15,9	14,9
5000	–	–	–	–	11,9	12,4	12,8	13,6	14,4	15,0	15,5	15,9	16,4	16,2	15,5	–
5200	–	–	–	–	12,2	12,7	13,2	13,9	14,7	15,3	15,8	16,1	16,4	16,0	15,0	–
5400	–	–	–	–	12,6	13,1	13,6	14,3	15,0	15,6	16,0	16,2	16,4	15,7	–	–
5600	–	–	–	–	12,9	13,4	13,9	14,6	15,3	15,8	16,1	16,3	16,2	15,3	–	–
5800	–	–	–	–	13,3	13,7	14,2	14,9	15,5	16,0	16,3	16,3	16,0	14,7	–	–
6000	–	–	–	–	13,6	14,0	14,5	15,1	15,7	16,2	16,3	16,3	15,8	–	–	–
	Usare solo se accettabile una riduzione di durata cinghia.								Non usare pulegge di ghisa							
Cod. *	050	062	075•	087	100•	125	150•	175	200•	250	300•	350	400	500	600	800
largh.	13	16	19	22	25	32	38	44	51	64	76	102	127	152	178	203
Fatt.*	0,42	0,57	0,71	0,86	1,00	1,29	1,56	1,84	2,14	2,72	3,36	4,06	6,15	7,5	8,89	10,32

• Cinghie di stock. * di larghezza cinghia.

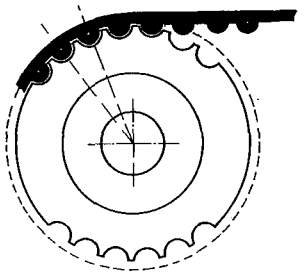
Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Power Grip HTD"

Concess. Flender Cigala Spa Via Porpora 147 - 20131 Milano

Il sistema "Gates" di trasmissioni a coppia elevata HTD permette di risolvere, senza difficolta, le trasmissioni di potenza a basse velocita e coppie elevate, realizzate prima unicamente con catene o ingranaggi. Le cinghie HTD hanno una capacita del 30% superiore ad una cinghia con velocita normale (1440 giri/min) Questa capacita e almeno doppia della capacita standard alle basse velocita.

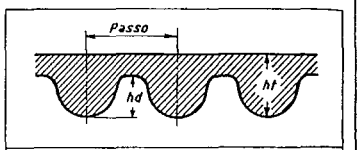


Le cinghie Power Grip HTD sono costruite in neoprene, rinforzate internamente con cavetti continui di fibra di vetro, i denti hanno un rivestimento di nylon. La forma arrotondata del dente gli conferisce i vantaggi prima ottenuti solo da catene e ingranaggi.



Il dente della cinghia entra ed esce dal vano della ruota con un movimento piu dolce di una dentatura ad evolvente, dato anche il trascurabile attrito del nylon.

Complessi studi sulle sollecitazioni dinamiche cui e sottoposto il dente a profilo trapezoidale, hanno portato alla conclusione che una differente forma del dente avrebbe risolto l'inconveniente della sua rottura alla base: in linea con questo risultato, e stato studiato e realizzato il nuovo profilo curvilineo. Grazie a questo, la distribuzione dello sforzo tra il dente sollecitato e l'anima traente e simmetrica e uniforme permettendo lo sfruttamento integrale delle caratteristiche dei nuovi materiali impiegati



Dimensioni dei profili

Passo	mm	3	5	8	14	20
hd	mm	1.22	2.06	3.7	6.4	
ht	mm	2.41	3.56	5.6	10	

Esempi di applicazione. - Anche nelle piu disagevoli condizioni ambientali, presenza di polvere, sabbia, terra, segatura, ecc. Convogliatori di cereali, foraggi, macchine preparazione alimentari, fabbricazione carta, tessili, prodotti farmaceutici, della stampa, lavorazione del legno, scorzatrici. Macchine trafilatrici (17 kW a 1550 giri/min) Cilindri trasportatori (15 kW a 350 giri/min) Ventilatori per auto (Auto da record "Dragster" 350 km/h in 6,55 secondi con cinghia passo 8, larga 75 mm, trasmissione di 250 kW a 9000 giri/min) ecc.
I tipi 3M e 5M sono particolarmente adatti per medie-basse potenze (max 20-25 kW) e velocita fino a 14.000 giri/min, sono indicate per macchine utensili, per ufficio, elettrodomestici, generatori pompe, assi a camme, ventilatori, compressori, ecc.

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 3 e 5 mm

Tabella 1 - Fattori di servizio base C_1

Motori	c.a.coppia norm. c.c. in derivaz. e simili			c.a.alta coppia c.c.ad eccitaz. e simili		
Macchina mossa — Ore di lavoro	10	10÷16	>16	10	10÷16	> 16
Registratori, macchine per ufficio, elettrodomestici legg. ecc.	1,0	1,4	1,5	1,2	1,7	1,8
Agitatori per liquidi, pompe centrifughe, macchine di media potenza, ventil. fino a 7,5 kW, ecc.	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Trasportatori, generatori, macchine utensili, ventilatori oltre 7,5 kW, pompe rotative, ecc.	1,6	1,7	1,9	1,9	2,0	2,2

Fattore C_2 - Rapporti di moltipl.

1-1,24	0	2,50-3,49	0,3
1,25-1,74	0,1	oltre 3,5	0,4
1,75-2,49	0,2		

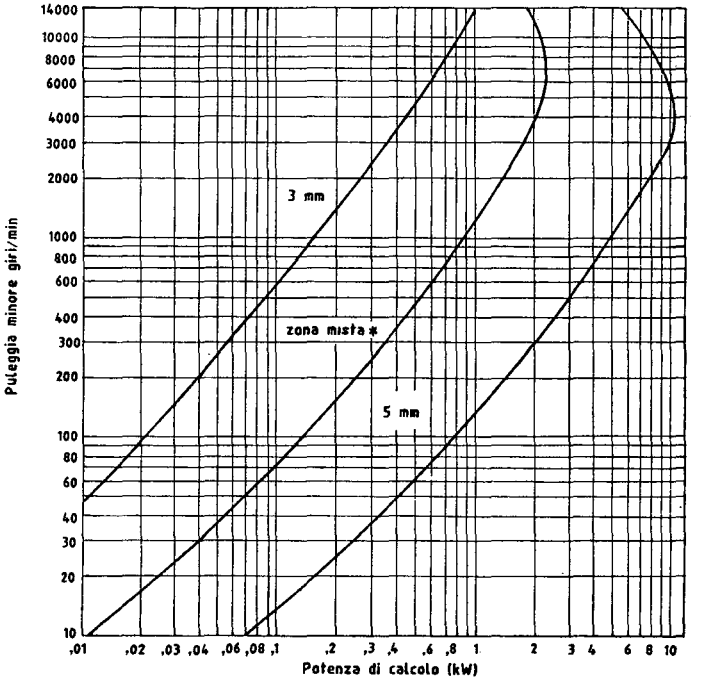
Fattore C_3 - Se presente galoppino tenditore, aggiungere 0,2 a C_1

Fattore C_4 - Denti in presa

denti in presa	6	5	4	3	2
C_4	1	1,25	1,4	2,5	5

Fattore C_5 - Lavoro parziale. Per lavoro parziale, intermittente o stagionale, dederre 0,2 da C_1

Tabella 2 - Scelta del passo



* consigliabile calcolare con i due passi.

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 3 mm

Tab. 3 - Potenze trasmissibili in W cinghie passo 3 larghezza 6 mm.

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)															
min	10	12	14	16	18	20	24	28	32	40	48	56	64	72	80
20	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	6	7	8	9	9
40	2	2	2	3	3	3	4	5	6	9	11	13	15	17	19
60	2	3	3	4	5	5	7	8	10	13	17	20	23	25	28
100	4	5	6	7	8	9	11	13	16	21	28	33	38	42	47
200	8	10	11	13	15	17	22	27	32	43	55	66	75	84	94
300	11	13	16	18	21	24	30	36	43	58	74	87	100	112	125
400	13	16	19	23	26	30	37	45	53	71	90	107	122	138	153
500	16	19	23	27	31	35	44	53	62	83	106	125	143	161	179
600	18	22	27	31	35	40	50	60	71	95	120	142	163	183	203
700	20	25	30	35	40	45	56	68	80	106	134	159	181	204	227
800	23	28	33	39	44	50	62	75	88	117	148	174	199	224	249
870	24	30	35	41	47	53	66	80	94	124	157	185	211	238	264
900	25	30	36	42	48	55	68	82	96	127	160	189	216	243	270
1000	27	33	39	46	52	59	73	88	104	137	173	204	233	262	291
1160	30	37	44	51	59	66	82	99	116	153	192	226	258	291	323
1200	31	38	45	52	60	68	84	101	119	156	197	232	265	298	330
1400	35	43	51	59	68	76	94	113	133	175	219	258	295	331	368
1450	36	44	52	61	69	78	97	116	137	179	225	264	302	339	377
1600	39	47	56	65	75	84	104	125	147	192	241	283	323	363	403
1750	42	51	60	70	80	90	112	134	157	205	256	301	344	386	429
1800	42	52	62	72	82	92	114	136	160	209	261	307	351	394	437
2000	46	56	67	77	89	100	123	148	173	226	281	331	377	423	469
2400	53	65	77	89	102	115	141	169	197	257	319	375	427	479	530
2800	60	73	86	100	114	129	158	189	221	287	355	416	474	530	586
3200	66	81	96	111	126	142	175	209	243	315	389	455	517	578	638
3600	73	88	105	121	138	155	191	227	265	342	421	492	558	622	685
4000	79	96	113	131	150	168	206	245	285	368	451	526	596	663	727
5000	94	114	134	155	177	198	243	288	334	427	521	603	678	749	814
6000	108	131	154	178	202	227	277	327	378	481	581	667	743	812	871
7000	121	147	173	200	227	254	309	364	419	528	631	718	790	850	896
8000	134	163	191	221	250	279	339	398	456	569	673	754	816	861	885
10000	159	192	226	259	293	326	393	457	519	631	724	781	804	792	739
12000	182	220	257	295	332	368	438	505	566	666	729	739	691	582	-
14000	204	245	286	327	366	404	476	541	596	670	683	616	-	-	-

Fattori di larghezza				Fattori di lunghezza					
mm	6	9	15	L mm	≤190	191÷260	261-400	401÷599	600+
FW	1,00	1,66	2,97	LF	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

Trasmissioni con cinghie HTD passo 3 mm

Tabella 4 - Numero dei denti delle pulegge (Z) da 10 denti a 150 denti con progressione di 1. Diam.prim. = $\frac{Z \times passo}{3,1416}$

Tabella 5 - Lunghezza delle cinghie L (mm)

L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z
120	40	174	58	243	81	312	104	420	140	531	177	672	224
123	41	177	59	249	83	318	106	447	149	537	179	711	237
126	42	180	60	252	84	330	110	462	154	564	188	804	268
129	43	186	62	255	85	336	112	474	158	570	190	1071	357
141	47	192	64	267	89	339	113	477	159	582	194	1245	415
144	48	195	65	276	92	345	115	480	160	591	197	1500	500
150	50	204	68	282	94	357	119	501	167	594	198	1530	510
156	52	210	70	288	96	363	121	513	171	645	215	1863	621
159	53	213	71	294	98	372	124	522	174	648	216		
168	56	225	75	300	100	384	128	525	175	669	223		

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 5 mm

Tab. 6 - Potenze trasmissibili in W cinghie passo 5 larghezza 9 mm.

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)															
min	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
20	4	5	6	7	9	11	13	15	17	20	23	27	31	34	38
40	9	11	12	14	18	21	26	30	35	40	45	54	61	69	77
60	13	16	18	21	26	32	38	45	52	60	68	80	92	103	115
100	22	26	30	35	44	54	64	75	87	100	113	134	153	172	192
200	45	53	61	69	88	107	128	150	174	199	226	268	306	345	383
300	61	72	83	94	119	145	172	202	233	266	300	356	407	458	509
400	76	90	103	117	147	179	213	249	286	326	368	436	498	561	623
500	91	106	122	139	174	211	251	292	336	382	430	510	583	656	728
600	104	122	140	159	199	241	286	334	383	436	489	580	662	745	827
700	117	137	158	179	223	271	321	373	428	485	545	646	738	829	921
800	130	152	174	198	247	299	353	411	471	533	598	709	809	910	1010
870	139	162	186	211	263	318	376	437	500	566	634	751	858	965	1071
900	142	166	191	216	269	326	385	447	512	580	650	769	879	987	1096
1000	154	180	206	234	291	352	416	483	552	625	699	828	945	1062	1178
1160	173	201	231	262	326	393	464	537	614	694	776	918	1047	1176	1304
1200	177	207	237	268	334	403	475	551	629	710	794	939	1072	1204	1334
1400	199	232	266	301	375	451	532	615	702	791	884	1044	1191	1336	1480
1450	205	239	274	309	384	463	545	631	720	811	905	1070	1220	1368	1515
1600	221	257	295	333	414	498	586	677	771	869	969	1144	1303	1461	1617
1750	236	275	315	356	442	532	625	722	822	925	1030	1215	1384	1550	1713
1800	242	281	322	364	451	543	638	736	838	943	1050	1239	1410	1578	1745
2000	262	305	349	394	488	586	688	794	902	1014	1128	1329	1511	1689	1864
2400	301	350	400	451	558	669	784	902	1042	1148	1274	1497	1697	1891	2079
2800	338	393	449	506	625	748	874	1004	1137	1272	1408	1649	1863	2067	2262
3200	374	434	496	559	688	822	960	1100	1242	1386	1531	1786	2008	2217	2411
3600	409	474	541	609	749	893	1040	1190	1340	1492	1644	1908	2134	2340	2526
4000	443	513	585	658	808	961	1116	1274	1431	1589	1745	2015	2238	2436	2604
5000	523	615	688	772	943	1115	1288	1459	1628	1792	1951	2212	2402	2541	2623
6000	598	690	783	877	1064	1250	1433	1610	1778	1937	2084	2301	2411	2434	2358
7000	669	769	870	971	1171	1365	1550	1722	1880	2019	2137	2268	2245	2084	1766
8000	735	843	950	1057	1264	1459	1637	1794	1927	2031	2101	2100	1882	-	-
10000	854	972	1088	1199	1403	1577	1714	1804	1842	1819	1729	-	-	-	-
12000	956	1078	1193	1299	1476	1594	1643	1609	-	-	-	-	-	-	-
14000	1039	1158	1264	1354	1473	1495	1403	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di larghezza						Fattori di lunghezza					
mm	9	15	20*	25	30*	Lmm	-440	441÷550	551÷800	801÷1100	1100+
FW	1,00	1,85	2,64	3,38	4,13	LF	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

(*) Larghezza non standard

Trasmissioni con cinghie HTD passo 5 mm.

Tabella 7 - Numero dei denti delle pulegge (Z) da 14 a 150 denti con progres. di 1. $Dp = \frac{Z \times passo}{3,1416}$

Tabella 8 - Lunghezza delle cinghie L (mm)

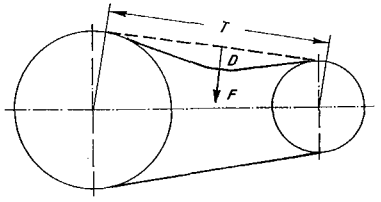
L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z
120	24	330	66	400	80	580	116	750	150	950	190
180	36	335	67	425	85	600	120	755	151	980	196
185	37	340	68	450	90	610	122	775	155	1035	207
225	45	345	69	475	95	615	123	800	160	1100	220
255	51	350	70	500	100	635	127	825	165	1200	240
265	53	360	72	520	104	640	128	835	167	1870	374
270	54	365	73	525	105	645	129	860	172	2100	420
280	56	370	74	535	107	665	133	890	178	-	-
305	61	375	75	550	110	670	134	900	180	-	-
325	65	385	77	575	115	700	140	935	187	-	-

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 3 e 5 mm

Esempio di calcolo di una trasmissione	
Ventilatore centrifugo, potenza assorbita 640 W, velocita 6400 giri/min, funzionamento 16 h/d, carico dolce e uniforme. Motore c.a.	potenza 740 W, velocita 2850 g/l' diametro max puleggia 75 mm. Interasse richiesto (Ir) 75 mm ± 5 mm. Galoppino non previsto.
Formule	**Soluzione**
Fattore servizio base C_1 (tab. 1) Fattore rapporto moltipl. C_2 Potenza di progetto W Scelta del passo (tabella 2) Rapporto di trasmissione K	$C_1 = 1,6$ $C_2 = 0,2$ 640 x 1,8 = 1152 W HTD passo 3 6440 2850 = 2,25 (moltiplic.)
Diametro puleggia motore DP (tabella 4)	DP = 68,75 mm - Z 72
Diametro puleggia ventilatore Dp Dp = DP K (tabella 4)	Dp = 68,75 2,25 = 30,56 mm Z 32
Lunghezza cinghia (appross.) La $La = 2Ir + 1,57(DP+Dp) + \frac{(DP-Dp)}{4Ir}$	La = 140 + 1,57(68,75 + 30,56) + $\frac{(68,75 - 30,56)}{300}$ = 301 mm Scelto cinghia di 300 mm (tab. 5) (fattore di lunghezza = 1)
Larghezza della cinghia (tab. 3) per interpolazione lineare: 6400 giri/min e 32 Z, la potenza trasmessa risulta 394,4 W (largh. 6)	394,4 x 2,97 (fatt. largh. 15 mm) = 1171 W. Scelta larghezza 15 mm (tab. 3)
Interasse esatto I $I = Ir - \frac{La - L}{2}$ (per L < La) $I = Ir + \frac{L - La}{2}$ (per L > La)	$I = 70 - \frac{301 - 300}{2} = 69,5$ mm
Risultato: Puleggia motore P72-3M-15	Puleggia mossa: P32-3M-15 Cinghia 300-3M-15

Norme d'istallazione e tensione. Regolare l'interasse in modo che i denti della cinghia ingranino dolcemente con i rispettivi vani delle pulegge. Misurare quindi il tratto libero "T" Tendere quindi la cinghia fino a che essa fletta di T/50 mm sotto una forza, perpendicolare alla cinghia stessa, nel punto di mezzo, del valore dato. La tabella seguente indica i valori della forza di flessione da impiegarsi. Tale valore e indicativo e puo essere modificato in funzione di particolari situazioni di funzionamento. In caso di dubbio, interpellare il concessionario.



D = Flessione di 1/50 di mm per mm di tratto libero.
T = Tratto libero.
F = Forza applicata.

Larghezza di cinghia mm	HTD 3 mm			HTD 5 mm				
	6	9	15	9	15	20	25	30
F (in N)	1,3	2,1	3,5	3,6	6,1	8,5	10,8	13,3

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 8 e 14 mm

Fattori di servizio

Tab. 1 - Fatt. di servizio base C_1

Motore		I	II	III
Sovraccarico momentaneo %		149	150÷249	250÷400
Monofase				tutti
Gabbia scoiat g/l' 2900	kW	30+	1÷22	,75÷2,2
1460	"	75+	3÷55	,75÷2,2
970	"	11+	,55÷7,5	
730	"	3+	,37÷2,2	
A collettore g/l' 1460	kW		15	1,5÷11
970	"		11	1,5÷7,5
730	"		5,5	,75÷3
Sincroni c. c.			normale in derivazione	elevata in serie
A combustione interna			6 cil.	4 cil.
Idraulici. Linee d'alberi			tutti	

Macchina mossa	I	II	III
Trasportatori leggeri	1,1	1,2	1,3
Agitatori, impastatr., trasp. pes., lavatrici, macch. utensil. torni, trapani, per stampa, pompe centrifughe.	1,2	1,4	1,6
Agitat. semiliquidi, macchine utensili, macchine tessili	1,3	1,5	1,7
Mescolatori, compressori, ascensori, elevatori.	1,4	1,6	1,8
Centrifughe varie	1,5	1,7	-
Impastatrici malta, compress. alternat. ventilatori elicoid.	1,6	1,8	2,0
Pompe alternative	1,7	1,9	2,1
Macchine per la lavorazione del legno	1,2	1,4	-

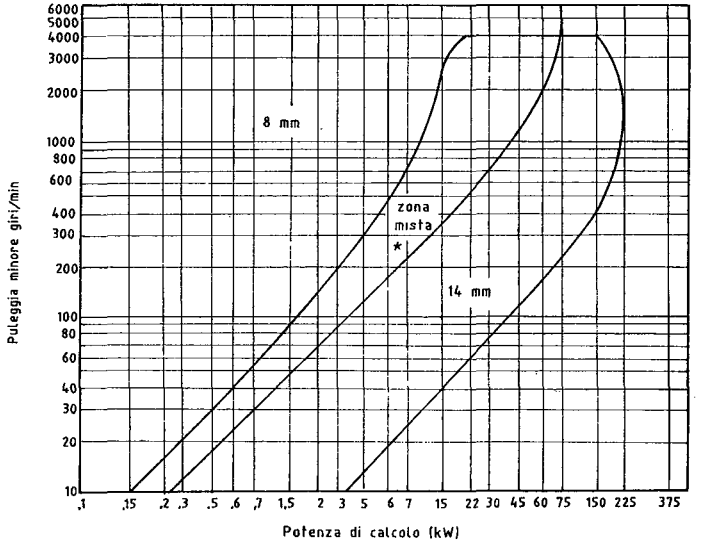
Fatt. C_2 rapporti di moltiplicaz.

1÷1,24	0	2,50÷3,49	0,3
1,25÷1,74	0,1	oltre 3,50	0,4
1,75÷2,49	0,2		

Fattori addizionali C_3

Galoppino tenditore + 0,2
Servizio cont. da 10 a 16 h + 0,2
16 a 24 h + 0,4

Tabella 2 - Scelta del passo



* consigliabile calcolare con i due passi.

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 8 mm

Tabella 3 - Potenze trasmissibili in kW passo 8 mm largh. 20 mm

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)															
min	22	24	26	28	30	32	34	36	40	44	48	56	64	72	80
10	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
20	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23
50	0,08	0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,28	0,31	0,34	0,40	0,45	0,51	0,56
100	0,16	0,19	0,22	0,27	0,31	0,36	0,41	0,47	0,56	0,62	0,68	0,79	0,90	1,02	1,13
200	0,33	0,37	0,45	0,53	0,62	0,72	0,82	0,93	1,13	1,24	1,34	1,54	1,73	1,93	2,12
300	0,49	0,53	0,65	0,77	0,90	1,04	1,19	1,34	1,64	1,78	1,93	2,21	2,50	2,77	3,05
400	0,65	0,71	0,84	0,99	1,16	1,34	1,54	1,74	2,12	2,31	2,50	2,87	3,23	3,59	3,94
500	0,81	0,89	1,02	1,21	1,42	1,64	1,88	2,13	2,59	2,82	3,05	3,50	3,94	4,37	4,80
600	0,98	1,07	1,21	1,43	1,68	1,94	2,21	2,51	3,05	3,32	3,59	4,11	4,63	5,13	5,63
730	1,19	1,30	1,44	1,71	2,00	2,31	2,64	2,98	3,63	3,95	4,27	4,89	5,50	6,09	6,68
800	1,30	1,42	1,56	1,85	2,17	2,50	2,86	3,24	3,94	4,28	4,63	5,30	5,95	6,60	7,23
870	1,42	1,54	1,68	1,99	2,34	2,70	3,08	3,49	4,24	4,61	4,98	5,70	6,41	7,09	7,76
970	1,58	1,72	1,86	2,20	2,57	2,97	3,39	3,84	4,67	5,08	5,48	6,27	7,04	7,79	8,52
1000	1,63	1,77	1,92	2,26	2,64	3,05	3,49	3,95	4,80	5,22	5,63	6,44	7,23	7,99	8,74
1170	1,90	2,07	2,25	2,59	3,04	3,51	4,00	4,53	5,51	5,98	6,45	7,37	8,26	9,13	9,96
1200	1,95	2,13	2,30	2,65	3,11	3,59	4,09	4,63	5,63	6,12	6,60	7,53	8,44	9,32	10,17
1460	2,37	2,58	2,80	3,15	3,69	4,26	4,85	5,50	6,68	7,25	7,81	8,90	9,95	10,95	11,92
1600	2,60	2,83	3,06	3,41	4,00	4,61	5,26	5,95	7,23	7,84	8,44	9,61	10,72	11,79	12,80
1750	2,84	3,09	3,34	3,69	4,32	4,98	5,69	6,43	7,80	8,46	9,10	10,35	11,53	12,64	13,70
2000	3,24	3,52	3,81	4,18	4,85	5,59	6,37	7,21	8,74	9,47	10,17	11,53	12,80	13,99	15,08
2500	4,03	4,38	4,74	5,19	5,86	6,75	7,69	8,69	10,52	11,36	12,17	13,70	15,08	16,32	17,40
2920	4,68	5,09	5,50	6,02	6,66	7,66	8,73	9,86	11,92	12,84	13,71	15,31	16,71	17,89	18,83
3500	-	-	-	-	7,71	8,85	10,0	11,7	13,70	14,68	15,60	17,20	18,47	-	-
4000	-	-	-	-	-	9,79	11,1	12,6	15,08	16,09	16,99	18,47	-	-	-
4500	Usare solo se accet-					-	12,1	13,6	16,32	17,30	18,14	-	-	-	-
5000	tabile una riduzione					-	-	14,6	17,40	18,31	19,04	-	-	-	-
5500	di durata della cin-					-	-	-	18,31	19,10	-	-	-	-	-
6000	ghia.					-	-	-	19,04	19,65	-	-	-	-	-

Fattori di larghezza

mm	20	30	50	85*
FkW	1	1,57	2,7	4,72

Fattori di lunghezza

480÷600	640÷880	960÷1200	1280÷1760	1800÷2800
0,8	0,9	1	1,1	1,2

(*) Per questa larghezza di cinghia sono previste pulegge da 32 denti a 80 denti.

Tab. 4 - Lunghezze cinghie passo 8

L mm	Z	L mm	Z	L mm	Z	L mm	Z
480	60	800	100	1200	150	1800	225
560	70	880	110	1280	160	2000	250
600	75	960	120	1440	180	2400	300
640	80	1040	130	1600	200	2800	350
720	90	1120	140	1760	220	-	-

Esempio di calcolo di una trasmissione

Pompa ad ingranaggi, velocita 730 giri/min ± 5%, servizio 16 ore/d per 5 d/settimana. Diametro esterno della puleggia max 350 mm.

Motore a gabbia di scoiattolo, 45 kW, velocita max 1460 giri/min, Interasse 750 mm ± 30 mm. Condizioni di lavoro normali.

Formule	Soluzione
Fattore di servizio C_1 (tab. 1)	$C_1 = 1,4$
Fatt. serv continuo 16h	$C = 0,2$
Potenza di progetto	45 x 1,6 = 72 kW
Scelta del passo (tab. 2)	HTD passo 14
Rapporto di trasmissione K	1460 / 730 = 2
Diametro puleggia mot. Dp (tab.8)	Dp = 160,43 mm Z 36

segue

segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 14 mm

Tabella 5 - Potenze trasmissibili in kW passo 14 mm larghezza 40 mm

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)															
min	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68	72	80
10	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8
20	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
40	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	3,0
60	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,5
100	1,8	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,4	4,9	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,5
200	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	6,8	7,2	8,0	8,9	9,7	10,5	11,2	12,0	12,7	13,5	15,0
300	4,9	5,7	6,6	7,5	8,5	9,2	9,7	10,8	12,0	13,1	14,2	15,3	16,5	17,7	18,9	21,3
400	6,1	7,1	8,2	9,3	10,5	11,3	12,0	13,3	14,7	16,1	17,4	18,7	20,1	21,5	22,9	25,8
500	7,2	8,4	9,6	11,0	12,3	13,3	14,1	15,6	17,2	18,7	20,2	21,7	23,3	24,8	26,4	29,6
600	8,2	9,5	11,0	12,5	14,0	15,1	15,9	17,6	19,4	21,1	22,7	24,4	26,1	27,8	29,5	32,9
730	9,4	10,9	12,6	14,2	16,0	17,2	18,2	20,0	22,0	23,8	25,6	27,4	29,3	31,1	32,9	36,5
800	10,0	11,6	13,4	15,1	17,0	18,3	19,3	21,2	23,2	25,2	27,0	28,9	30,8	32,6	34,5	38,2
870	10,6	12,3	14,1	16 0	17,9	19,3	20,3	22,4	24,4	26,4	28,3	30,2	32,2	34,0	36,0	39,7
970	11,4	13,2	15,1	17,1	19,2	20,6	21,7	23,8	26,0	28,0	30,0	32,0	33,9	35,8	37,7	41,4
1000	11,6	13,5	15,4	17,5	19,6	21,0	22,1	24,3	26,5	28,5	30,5	32,5	34,4	36,3	38,2	41,9
1160	12,8	14,8	16,9	19,1	21,4	22,9	24,1	26,3	28,6	30,7	32,7	34,7	36,7	38,5	40,3	43,7
1200	13,1	15,1	17,3	19,5	21,8	23,4	24,5	26,8	29,1	31,2	33,2	35,2	37,1	38,9	40,7	44,1
1460	14,7	16,9	19,3	21,8	24,3	25,9	27,1	29,5	31,8	33,8	35,7	37,5	39,3	40,8	42,3	44,7
1600	15,4	17,8	20,3	22,8	25,4	27,1	28,3	30,6	32,9	34,8	36,6	38,3	39,8	41,1	42,3	44,0
1750	16,2	18,6	21,2	23,8	26,5	28,2	29,4	31,6	33,8	35,6	37,2	38,6	39,9	40,8	41,6	42,5
2000	17,3	19,8	22,5	25,2	28,0	29,6	30,8	32,8	34,7	36,2	37,3	38,2	38,9	39,1	-	-
2500	20,8	22,0	24,2	26,9	29,7	31,2	32,0	33,4	34,4	34,7	34,4	-	-	-	-	-
2920	23,6	24,8	26,0	27,4	30,0	31,1	31,6	31,9	31,7	-	-	-	-	-	-	-
3500	-	28,1	29,1	30,0	30,7	31,2	31,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	-	-	30,9	31,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Usare solo se accettabile una riduzione di durata della cinghia.

Fattori di larghezza

mm	40	55	85	115	*170
FkW	1	1,5	2,47	3,47	2,27

Fattori di lunghezza

da 966	1400	1778	2100	2590	3500
a 1190	1600	1890	2450	3150	4578
0,8	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1

(*) Per questa lunghezza di cinghia sono previste pulegge da 36 denti a 80 denti.

Tab. 6 - Lunghezza cinghie passo 14

L mm	Z	L mm	Z	L mm	Z	L mm	Z
966	69	1890	135	2800	200	4578	327
1190	85	2100	150	3150	225		
1400	100	2310	165	3500	250		
1610	115	2450	175	3850	275		
1778	127	2590	185	4326	309		

segue: Esempio di calcolo di una trasmissione

Diametro puleggia pompa DP=Dp x K	DP = 160,43 x 2 = 320,86 mm Z 72
Lunghezza cinghia (appross.) La $La=2Ir + 1,57(DP+ Dp) + \frac{(DP-Dp)}{4Ir}$	$La= 1500 + 1,57(320,86 + 160,43)+ + \frac{(320,86-160,43)}{3000} = 2264,21$ mm Scelta cinghia con L = 2310 mm (fattore lunghezza 1 tabella 6)
Larghezza della cinghia (tab. 5) 1460 g/1', 36 Z, largh. 40 mm trasmette una potenza di 24,3 kW	24,3 x 3,47 (fatt. largh. 115)x x 1 (fatt. lungh.) = 84,32 kW Scelta larghezza di 115 mm.
Interasse esatto I $I=Ir+\frac{La-L}{2}$ (La>L), $I=Ir\frac{L-La}{2}$ (La<L)	$I = 750 + \frac{2310-2264,21}{2} = 772,9$ mm
Risultato Puleggia motore: P36-14M-115F	Puleggia mossa: P72-14M-115 Cinghia: 2310-14M-115.

segue

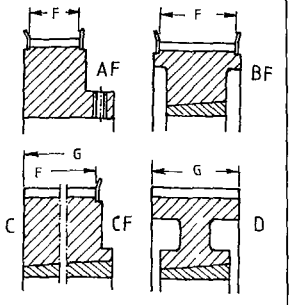
segue: Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate HTD passo 8 e 14 mm

Le pulegge con passo 8 e 14 mm sono fornite rispettivamente con numero di denti (Z) da 22 a 192 e da 28 a 192, sempre con progressione di 1. Se possibile, scegliere le pulegge di stock, pronte a magazzino, e indicate nelle sottostanti tabelle 7 e 8.

Pulegge di stock passo 8 per cinghia

larga:		20 mm		30 mm		50 mm		85 mm	
quota F		22		34		54		90	
quota G		26		38		58		94	
Z	Øef	Tp	BsN°	Tp	BsN°	Tp	BsN°	Tp	BsN°
22	61,9	AF	-	AF	-	-	-	-	-
24	69,9	BF	1008	BF	1008	-	-	-	-
26	74,6	BF	1008	BF	1008	-	-	-	-
28	79,4	BF	1008	BF	1008	BF	1008	-	-
30	85,7	BF	1210	BF	1215	BF	1215	-	-
32	90,5	BF	1210	BF	1215	BF	1215	-	-
34	95,3	BF	1610	BF	1615	BF	1615	BF	1615
36	98,4	BF	1610	BF	1615	BF	1615	BF	1615
38	106	BF	1610	BF	1615	BF	1615	BF	1615
40	111	CF	1610	BF	1615	BF	1615	BF	1615
44	119	CF	2012	BF	2012	BF	2012	BF	2012
48	132	CF	2012	BF	2012	BF	2012	BF	2012
56	151	CF	2012	BF	2012	BF	2012	BF	2517
64	176	CF	2012	CF	2517	BF	2517	BF	2517
72	187	CF	2012	CF	2517	BF	2517	BF	2517
80	-	C°	2012	C	2517	D	2517	D	2525
90	-	D°	2012	C	2517	D	2517	D	2525
112	-	D°	-	D	2517	D	2517	D	2517
144	-	D°	-	D°	2517	D	2517	D	2517
168	-	D°	-	D°	-	D°	3020	D°	3020
192	-	D°	-	D°	-	D°	3020	D°	3030

Tabella 7 - Pulegge tipo



Bussole coniche

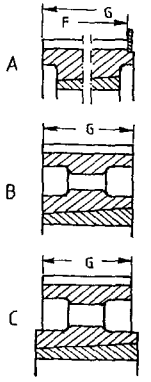
BsN°	Øforo min	Øforo max	BsN°	Øforo min	Øforo max
1008	10	25	3020	35	75
1210	11	32	3030	35	75
1610	14	42	3535	35	90
2012	18	50	4040	40	100
2517	18	60	5050	70	125

(°) Pulegge non di stock, ma forniblli a richiesta.

Pulegge di stock passo 14 per cinghia

larga:		40 mm		55 mm		85 mm		115 mm		170 mm	
quota F		47		63		95		126		180	
quota G		54		70		102		133		187	
Z	Øef	Tp	BsN°	Tp	BsN°	Tp	BsN°	Tp	BsN°	Tp	BsN°
28	127	AF°	2012	AF	2012	AF	2517	-	-	-	-
29	135	AF°	2012	AF	2012	AF	2517	-	-	-	-
30	145	AF°	2012	AF	2012	AF	2517	-	-	-	-
32	154	AF°	2012	AF	2012	AF	2517	-	-	-	-
34	162	-	-	AF	2517	AF	2517	-	-	-	-
36	176	AF°	2517	AF	2517	AF	2517	AF	2517	-	-
40	184	AF°	2517	AF	2517	AF	2517	AF	2517	-	-
48	225	AF°	3020	AF	3020	AF	3030	AF	3030	AF	3030
56	260	AF°	3020	AF	3020	AF	3535	AF	3535	AF	3535
64	-	B°	3020	C	3535	B	3535	A°	4040	AF	4040
72	-	B°	3020	C	3535	B	3535	A°	4040	A	4040
80	-	B°	3020	C	3535	B	3535	B°	4040	A	4040
90	-	B°	3020	C	3535	B	3535	B°	4040	B	4040
112	-	B°	3020	C	3535	B	3535	B°	4040	B	5050
144	-	B°	3020	C	3535	B	3535	B	4040	B	5050
192	-	-	-	C	3535	B	3535	B	4040	B°	5050

Tab. 8 - Pul. tipo



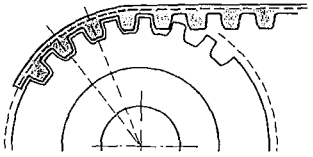
(°) Pulegge non di stock, ma forniblli a richiesta.

Ø primitivo = Z x passo 3,1416 | Øef = diam. esterno flange.

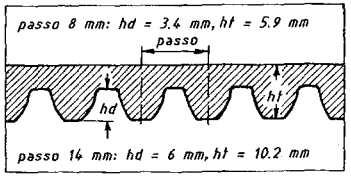
Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Poly Chain GT"

Concessionario Flender Cigala Spa Via Porpora 147 - 20131 Milano

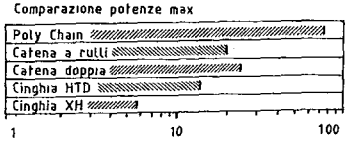
Da un comando di potenza frazionaria (passo 8) a 540 kW (passo 14) Corpo e denti in elastomero poliuretanico, leggero e aderente alla struttura, resiste alle abrasioni, agenti chimici, olii e inquinanti. Le corde di tensione



in Kevlar, 5 volte più resistente a rottura dell'acciaio, flessibili e ad alta forza d'impatto. Il rivestimento in tessuto trattato, riduce la frizione e quindi il rumore e la temperatura. Utilizzabili in tutte le macchine



operative anche lavoranti ad alto assorbimento di potenza e nelle più disagiate condizioni ambiente



Viene così eliminata la lubrificazione e la manutenzione e praticamente nulla.

Tabella 1 - Fattori di servizio

Fattori di servizio base C / Motori.	c.a.coppia norm. gabbia scoiatt., sincroni, variaz. fase, c.c.deriv c.i.cil.multipli			c.a.alta coppia, a repuls. a fase sing., avv.serie, c.c.avvolg.serie c.i.cil. singolo		
Macchina mossa / ore di lavoro	3-5	8-10	24	3-5	8-10	24
Apparecchi distrib., medicali, di proiezione, ecc.	1,0	1,2	1,4	1,2	1,4	1,6
Apparecch. per ufficio, macchine per cucire, elettrodom. leggeri	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8
Convogliatori, macch. per conceria, nastri trasportatori, seghe a nastro, ecc.	1,4	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9
Agitatori di liquidi, seghe circolari, macch. da lavanderia, della carta, della stampa, ecc.	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Agitat. per semiliq , convogliat. a cinghia, linee d'alberi, macch. utensili, compressori, pompe centrifughe o ad ingranaggi, ecc.	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Macchine da fornace, elevatori , estrattori, generatori, macchine tessili, ecc.	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Centrifughe, convogliatori a vite a palette, ecc.	1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,3
Impastatrici, ventilatori da miniera, ecc.	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Compressori e pompe a stantuffo, mulini a barre, a palle, ecc.	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5

segue

Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Poly Chain GT"

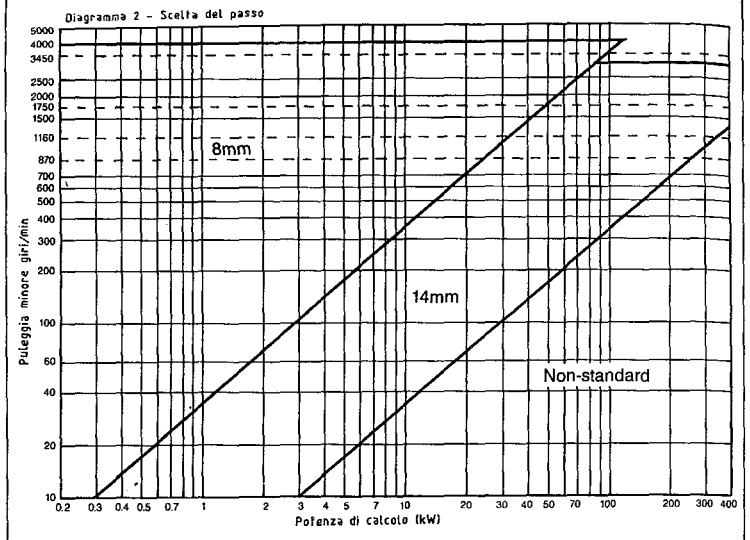


Tabella 3 - Pulegge

Pulegge passo 8-(Øp = Z P:3,1416) Z da 22 a 224 (progressione 1)

Pulegge di stock.

	Larghezza della cinghia							
	12		21		36		62	
Z	Pt	Øf	Pt	Øf	Pt	Øf	Pt	Øf
22	1F	28	1F	28	1F	32	-	-
25	2F	28	3F	28	3F	32	-	-
28	2F	32	3F	32	3F	42	1F	42
30	2F	42	3F	42	3F	42	1F	50
32	2F	42	3F	42	3F	42	1F	55
34	2F	42	3F	42	3F	45	1F	60
36	2F	42	3F	42	3F	50	1F	60
38	2F	42	3F	42	3F	50	3F	50
40	2F	42	3F	42	3F	50	3F	50
45	2F	50	2F	50	3F	50	3F	60
48	2F	50	2F	50	3F	50	3F	60
50	2F	50	2F	50	3F	60	6F	60
56	2F	50	2F	50	3F	60	6F	60
60	2F	50	2F	60	3F	60	6F	60
64	2F	50	2F	60	2	75	6	75
75	2	50	2	60	2	75	6	75
80	2	50	2	60	9	75	6	75
90	2	50	9	60	9	75	7	75
112	-	-	9	60	10	75	7	100
140	-	-	10	75	10	100	8	100
168					10	100	8	100
192								

Pt=Pulegg.tipo

Pulegge passo 14-(Øp =Z P·3,1416) Z da 28 a 224 (progressione 1)

Pulegge di stock.

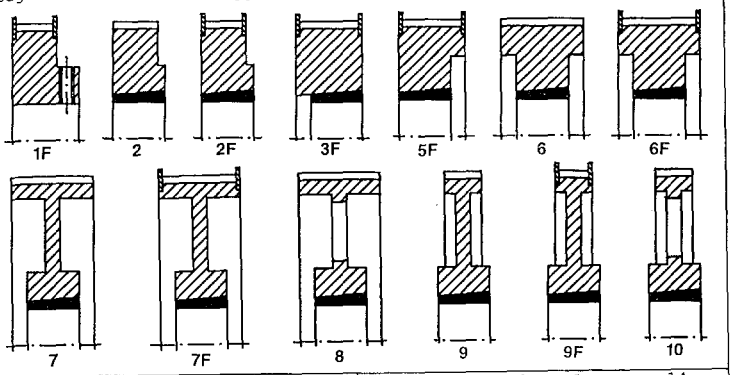
	Larghezza della cinghia							
	20		37		68		125	
Z	Pt	Øf	Pt	Øf	Pt	Øf	Pt	Øf
28	3F	50	5F	50	-	-	-	-
30	3F	50	5F	60	-	-	-	-
32	3F	50	6F	60	-	-	-	-
34	2F	60	6F	60	1F	100	-	-
36	2F	60	5F	60	1F	110	-	-
38	2F	60	5F	60	1F	115	1F	115
40	2F	60	5F	60	1F	125	1F	125
44	2F	75	3F	75	6F	75	1F	140
48	2F	75	3F	75	5F	75	1F	160
50	2F	75	3F	75	6F	100	6F	100
56	9F	75	7F	75	6F	100	6F	100
60	9	75	7	75	6	100	6	115
64	9	75	7	75	6	100	6	115
72	9	75	7	75	7	100	7	115
80	9	75	7	75	7	100	7	115
90	10	75	8	75	8	100	7	115
112	10	75	8	75	8	100	8	125
140	10	75	10	100	8	100	8	125
168	-	-	10	100	8	100	8	125
192	-	-	10	115	8	115	8	125

Øf = diametro max del foro

segue

Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Poly Chain GT"

segue: Tabella 3 - Pulegge: tipo (Pt) Ø prim. = Z x passo 3,1416



Pulegge senza bussola passo 8 mm Diametro minimo del foro				Pulegge senza bussola passo 14 mm Diametro minimo del foro			
puleggia	Ømin	puleggia	Ømin	puleggia	Ømin	puleggia	Ømin
8M-Z22-12	12	8M-Z32-62	16	14M-Z34-68	32	14M-Z38-125	55
8M-Z22-21	12	8M-Z34-62	24	14M-Z36-68	32	14M-Z40-125	55
8M-Z25-36	16	8M-Z36-62	24	14M-Z38-68	32	14M-Z44-125	55
8M-Z30-62	16	8M-Z38-62	28	14M-Z40-68	32	14M-Z48-125	55

Tab. 4 - Lunghez. cinghie passo 8	Tab. 5 -Lunghez. cinghie passo 14
640- 720- 800- 896-1000-1120-1200 1280-1440- 1600- 1792- 2000- 2240 2400-2520- 2840- 3200- 3600- 4000 4480-	994-1120-1190-1260-1400-1568-1750 1960-2100- 2240- 2380- 2500- 2660 2800-3136- 3304- 3500- 3920- 4410
Larghezze: 12 - 21 - 36 - 62 mm.	Larghezze: 20 - 37 - 68 - 125 mm.

Esempio di calcolo di una trasmissione

Macchina per lavorazione legno. 2150 giri/min, Serviz. 16-20 h/d.	Motore c. a. 5 kW, 1750 giri/min Interasse richiesto (Ir) 430 mm.
Fattore di servizio C_f (tab.1) Potenza di calcolo Scelta del passo (diagramma 2) Rapporto di trasmissione K Scelta puleggia motore DP (tab.3)	C_f = 1,9 5 x 1,9 = 9,5 kW passo 8 mm K = 2150 1750 = 1,23 DP = 86,6 mm, Z = 34
Puleggia macchina Dp Dp = DP:K = 86,6 1,23 = 70,4 mm (giri/min = 1750 x 1,214 = 2125)	Scelta pul. di stock Dp=71,3-Z=28 nuovo rapp. = 34 28 = 1,214
Lunghezza cinghia (approssim.) La $La = 2Ir+1,57(DP+Dp) + \frac{(DP-Dp)^2}{4Ir}$	La = 860 + 247,87 + 0,136 = 1108 (tab.4) scelta lungh.(L) = 1120mm
Interasse esatto I I = Ir + (L-La).2 (per L>La) I = Ir - (La-L).2 (per L<La)	I = 430 + 6 = 436 mm
Larghezza cinghia (tab.6) 6,22 kW Fatt. di larghezza (21 mm) = 1,73 Fatt. correzione lunghezza = 1,00	6,22 x 1,73 = 10,7 kW 10,7 x 1,00 = 10,7 kW cinghia larga 21 mm.
Risultato per l'ordinazione: Cinghia 8M-1120-larga 21 mm.	Puleggia motore 8-34S-21 Puleggia macchina 8-28S-21

segue

Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Poly Chain GT"

Tab.6 - Passo 8 mm. Potenze trasmissib. in kW per larghezza 12 mm (1)

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)

min	25	28	30	32	34	36	38	40	45	48	50	56	60	64	72	80
10	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,15	0,16
20	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,28	0,30
40	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,33	0,35	0,36	0,40	0,43	0,46	0,52	0,55
60	0,28	0,32	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,47	0,50	0,52	0,57	0,61	0,64	0,73	0,78
100	0,44	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,73	0,78	0,80	0,89	0,94	1,00	1,14	1,20
200	0,80	0,89	0,94	0,99	1,05	1,10	1,15	1,20	1,33	1,40	1,45	1,59	1,69	1,79	2,03	2,14
300	1,14	1,25	1,32	1,40	1,47	1,54	1,62	1,69	1,86	1,96	2,03	2,23	2,36	2,50	2,83	2,99
400	1,45	1,59	1,69	1,78	1,87	1,96	2,05	2,14	2,36	2,49	2,57	2,82	2,99	3,16	3,58	3,77
500	1,57	1,92	2,03	2,14	2,25	2,36	2,47	2,57	2,83	2,99	3,09	3,38	3,58	3,78	4,28	4,50
600	2,03	2,23	2,36	2,49	2,62	2,74	2,87	2,99	3,29	3,46	3,58	3,92	4,14	4,37	4,94	5,20
700	2,31	2,53	2,68	2,82	2,97	3,11	3,25	3,39	3,72	3,92	4,05	4,43	4,68	4,94	5,57	5,86
730	2,41	2,64	2,79	2,94	3,10	3,24	3,39	3,54	3,88	4,09	4,22	4,62	4,88	5,14	5,81	6,11
800	2,57	2,82	2,99	3,15	3,31	3,46	3,62	3,77	4,14	4,36	4,50	4,92	5,20	5,49	6,17	6,49
900	2,83	3,11	3,29	3,46	3,64	3,81	3,97	4,14	4,55	4,78	4,94	5,40	5,69	6,00	6,75	7,09
1000	3,09	3,38	3,58	3,77	3,96	4,14	4,32	4,50	4,94	5,20	5,36	5,86	6,17	6,51	7,31	7,67
1200	3,58	3,92	4,14	4,36	4,57	4,78	4,99	5,20	5,69	5,98	6,17	6,73	7,09	7,47	8,36	8,76
1400	4,05	4,43	4,68	4,92	5,16	5,40	5,63	5,86	6,41	6,73	6,94	7,56	7,95	8,37	9,34	9,78
1460	4,22	4,62	4,88	5,13	5,38	5,63	5,87	6,11	6,68	7,02	7,24	7,88	8,29	8,59	9,75	10,2
1600	4,50	4,92	5,19	5,46	5,73	5,98	6,24	6,49	7,09	7,44	7,67	8,34	8,76	9,22	10,3	10,7
1800	4,94	5,40	5,69	5,98	6,27	6,55	6,82	7,09	7,74	8,12	8,36	9,08	9,53	10,0	11,1	11,6
2000	5,36	5,86	6,17	6,49	6,79	7,09	7,38	7,67	8,36	8,76	9,02	9,78	10,3	10,8	11,9	12,4
2400	6,17	6,73	7,09	7,44	7,78	8,12	8,45	8,76	9,53	9,97	10,3	11,1	11,6	12,1	13,3	13,7
2800	6,94	7,56	7,95	8,34	8,71	9,08	9,43	9,78	10,6	11,1	11,4	12,2	12,7	13,3	14,4	14,8
2880	7,10	7,80	8,20	8,60	9,00	9,30	9,70	10,0	10,9	11,4	11,7	12,5	13,1	13,5	-	-
3200	7,67	8,34	8,76	9,18	9,58	9,97	10,3	10,7	11,6	12,1	12,4	13,2	13,7	14,3	15,3	-
3500	8,19	8,89	9,34	9,78	10,2	10,6	11,0	11,4	12,3	12,7	13,1	13,9	14,4	14,9	-	-
4000	9,02	9,78	10,3	10,7	11,2	11,6	12,0	12,4	13,3	13,7	14,0	14,8	15,3	-	-	-
4500	9,81	10,6	11,1	11,6	12,0	12,5	12,9	13,3	14,1	14,6	14,9	-	-	-	-	-
5000	10,5	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3	13,7	14,0	14,9	15,3	15,5	-	-	-	-	-
5500	11,2	12,1	12,6	13,1	13,6	14,0	14,4	14,7	15,5	-	-	-	-	-	-	-

Una puleggia di Z = 22 si usa solo per ottenere un rapporto o per limite d'ingombro.

(1) Larghezza della cinghia	21	36	62	Potenza di serv = Potenza
Fattore di larghezza	1,73	3,06	5,17	trasm. x Fatt. corr.lungh.

Fattore di correzione lunghezza cinghia

Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.
640	80	0,79	1000	125	0,96	1440	180	1,10	2240	280	1,26	3200	400	1,40
720	90	0,83	1120	140	1,00	1600	200	1,14	2400	300	1,29	3600	450	1,45
800	100	0,87	1200	150	1,03	1792	224	1,18	2520	315	1,31	4000	500	1,49
896	112	0,91	1280	160	1,05	2000	250	1,22	2840	355	1,36	4480	560	1,53

Tab. 7 - Calcolo denti in presa (per i comandi non di stock)

Denti in presa $= [0,5 - (\frac{DP-Dp}{6I})]\ Ng$

dove: DP = diam.prim.puleg.magg.
Dp = " " " min.
I = interasse
Ng = N° denti puleg. min.

Fattore di correzione della potenza trasmissibile. (Tab. 8)

Denti in presa	Fattore di correz.
6	1,0
5	0,8
4	0,6
3	0,4
2	0,2

Temperature di esercizio

Le cinghie Poly Chain GT possono operare in ambienti con temperature fra - 54°C e + 85°C. Per temperature superanti detti limiti, interpellare la Ditta fornitrice, Flender Cigala.

segue

Trasmissioni "Gates" - Cinghie dentate "Poly Chain GT"

Tab.9 -Passo 14 mm. Potenze trasmissib. in kW per larghezza 20 mm (1)

giri - Puleggia minore - Numero dei denti (Z)

min	28	30	32	34	36	38	40	44	48	50	56	60	64	72	75	80
10	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,49	0,53	0,55	0,61	0,65	0,69	0,77	0,80	0,84
20	0,61	0,65	0,69	0,73	0,77	0,81	0,84	0,92	1,00	1,03	1,14	1,22	1,29	1,44	1,49	1,58
40	1,14	1,22	1,29	1,36	1,43	1,50	1,58	1,72	1,85	1,92	2,13	2,26	2,40	2,67	2,76	2,93
60	1,65	1,75	1,85	1,96	2,06	2,16	2,26	2,47	2,66	2,76	3,06	3,25	3,40	3,82	3,96	4,19
100	2,60	2,76	2,93	3,09	3,25	3,41	3,57	3,88	4,19	4,34	4,80	5,10	5,40	6,00	6,21	6,57
200	4,80	5,10	5,40	5,70	5,99	6,28	6,57	7,14	7,70	7,98	8,81	9,36	9,90	11,0	11,4	12,0
300	6,85	7,28	7,70	8,12	8,54	8,95	9,35	10,2	11,0	11,4	12,5	13,3	14,1	15,5	16,1	17,0
400	8,81	9,36	9,89	10,4	11,0	11,5	12,0	13,1	14,0	14,5	16,0	17,0	18,0	19,9	20,5	21,7
500	10,7	11,4	12,0	12,6	13,3	13,9	14,5	15,8	17,0	17,6	19,4	20,5	21,7	24,0	24,8	26,2
600	12,5	13,3	14,0	14,8	15,5	16,3	17,0	18,5	19,8	20,5	22,6	24,0	25,4	28,8	28,9	30,4
700	14,3	15,2	16,0	16,9	17,7	18,6	19,4	21,0	22,6	23,4	25,7	27,3	28,9	31 7	32,8	34,6
730	14,9	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,2	22,0	23,6	24,4	26,8	28,5	30,1	33,1	34,3	36,1
800	16,0	17,0	18,0	18,9	19,9	20,8	21,7	23,6	25,3	26,2	28,8	30,4	32,2	35,5	36,5	38,5
900	17,7	18,8	19,8	20,9	21,9	23,0	24,0	26,0	27,9	28,9	31,7	33,5	35,5	38,9	40,2	42,3
1000	19,4	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	28,4	30,4	31,5	34,6	36,5	38,6	42,4	43,7	45,9
1200	22,6	24,0	25,3	26,6	27,9	29,2	30,4	32,9	35,4	36,5	40,0	42,3	44,6	48,5	50,3	52,8
1400	25,7	27,3	28,8	30,2	31,7	33,1	34,6	37,3	40,0	41,4	45,2	47,7	50,3	55,0	56,4	59,1
1460	26,8	28,5	30,0	31,5	33,1	34,5	36,1	39,1	41,7	43,2	47,1	49,7	52,4	57,3	58,7	61,6
1600	28,8	30,4	32,1	33,7	35,4	36,9	38,5	41,6	44,5	45,9	50,1	52,8	55,7	60,5	62,0	64,8
1800	31,7	33,5	35,4	37,1	38,9	40,6	42,3	45,6	48,8	50,3	54,8	57,6	60,5	65,7	57,1	-
2000	34,6	36,5	38,5	40,4	42,3	44,1	45,9	49,5	52,8	54,4	59,1	62,0	65,1	70,3	-	-
2400	40,0	42,3	44,5	46,6	48,8	50,8	52,8	56,7	60,3	62,0	66,9	-	-	-	-	-
2800	45,2	47,7	50,1	52,5	54,8	57,0	59,1	63,2	66,9	68,7	-	-	-	-	-	-
2880	46,5	49,1	51,5	53,9	58,6	60,8	64,0	65,9	68,8	70,7	-	-	-	-	-	-
3200	50,1	52,8	55,4	57,9	60,3	62,6	64,8	69,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3500	53,6	56,4	59,1	61,7	64,1	66,5	68,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	59,1	62,0	64,8	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

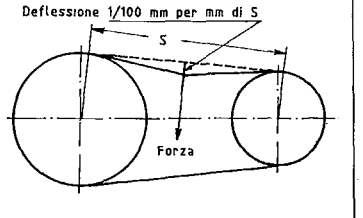
(1) Larghezza della cinghia	37	68	125	Potenza di serv = potenza
Fattore di larghezza	1,85	3,39	6,24	trasm. x Fatt; corr.lungh.

Fattore di correzione lunghezza cinghia

Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.	Lun.	Z	Fat.
994	71	0,68	1400	100	0,81	2100	150	0,96	2660	190	1,05	3500	250	1,16
1120	80	0,73	1568	112	0,85	2240	160	0,99	2800	200	1,07	3920	280	1,20
1190	85	0,75	1750	125	0,89	2380	170	1,01	3136	224	1,12	4410	315	1,25
1260	90	0,77	1960	140	0,94	2520	180	1,03	3304	236	1,14	-	-	-

Tensionamento delle cinghie

passo	largh. cinghia	Y	Tst min (N)
8 mm	12	43,83	133
	21	76,70	231
	36	131,79	400
	62	226,45	690
14 mm	20	134,57	560
	37	248,95	1036
	68	457,52	1900
	125	841,04	3500



Calcolo min e max Forza di deflessione raccomandata.

Lunghezza $S = \sqrt{I^2 - (\frac{DP - Dp}{2})}$

Forza deflessione min $= \frac{Tst + (\frac{S}{L})\ Y}{25}$ (N)

Forza deflessione max $= \frac{1,1Tst + (\frac{S}{L})\ Y}{25}$ (N)

Cinghie ad anello continuo Hevaloid HV e Hevaflex

(Produzione Pirelli)

Caratteristiche tecniche

Le cinghie piatte Hevaloid HV e Hevaflex sono costituite da un nucleo ad altissima resistenza specifica, tessuto ad anello senza soluzione di continuità, e da una copertura di gomma di elevate caratteristiche meccaniche e ad alto coefficiente d'attrito.

Hevaloid HV - Nucleo di cotone a fibra lunga. Copertura di gomma naturale. Spessore 1,6 mm.

Hevaflex - Nucleo di fibra sintetica ad alta resistenza. Coperture di gomma sintetica. Spessore della cinghia 1 mm.

Le cinghie Hevaflex sono resistenti al calore e possono essere impiegate anche in presenza di olii e di grassi.

Le pulegge per cinghie Hevaloid HV e Hevaflex devono essere in materiale di qualità e curate nella costruzione.

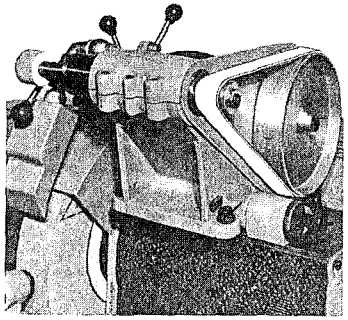
E' molto importante che:

1) la fascia su cui si appoggia la cinghia sia perfettamente liscia e non presenti segni visibili di lavorazione.

2) il diametro della fascia sia costante in tutto il suo sviluppo

3) si provveda ad una buona equilibratura statica e dinamica.

Per il buon funzionamento della trasmissione almeno una delle due pulegge, preferibilmente quella motrice, deve essere bombata.



Esempio di calcolo di una trasmissione

Motore c.a. trif.,kW 4, n = 2850. Ambiente umido, presenza di olio.	Rettificatrice, N = 12000. Funzionamento 16 ore al giorno.
Diametro puleggia minore (d)	d = 50 mm.
Rapporto di trasmissione (K)	K = 12000 2850 = 4,21.
Diam. pul. maggiore (D) = d x K	D = 50 x 4,21 ≃ 211 mm.
Potenza corretta (Pc) = = PxCsxCf (Tab. 1 e Tab. 2)	Pc = 4 x 1,2 x 1,1 = 5,28 kW.
Velocità della cinghia (V) = = (0,052 x N x d) 1000	$V = \frac{0,052 \times 12000 \times 50}{1000} = 31,2$ m/s.
Interasse approssimato (Ia) ≧ 2D (per piccole variaz. carico) ≧ 3D (per med. e grandi var.car.)	Ia + 2 x 211 = 422 mm.
Angolo contatto cinghia (y) = = 180 - [57(D-d).I]	$y = 180° - 57° \frac{211-50}{422} \simeq 158°$
Prestazione corretta (pc)=pxCy Cy(tab.3)=0,91;p(tab.4)=2,13kW/cm	pc = 2,13 x 0,91 = 1,94 kW/cm.
Larghezza cinghia (Lc) = Pc pc	Lc = 5,28 1,94 ≃ 2,8 cm.
Lungh. int. teorica cinghia (La)= = 2I+1,57(D+d)+(D-d) ·4I	La = 844 + 409,77 + 15,36=1269 mm Valore L di stock 1275 mm(tab.5)
Interasse effettivo (I) = = Ia + (L-La).2 (per L>La) = Ia - (L-La).2 (per L<La)	$I = 422 + \frac{1275 - 1269}{2} = 425$ mm.
Largh. fascia pul. (Lp) (tab.6) Freccia bombatura (h) (tab.7)	Lp = 40 mm. h = 0,3 mm.
Risultato: Cinghia Hevaflex 1275 mm 40 mm. Pul. DP 211 mm largh. 40 mm.	largh.28 mm. Pul. Dp 50 mm.largh. Corsa del tenditore 10 mm.

segue

segue: Cinghie ad anello continuo Hevaloid HV e Hevaflex

Tab.1- Coeff. correzione servizio

Lavoro	Punte di carico o carico spunto.h/d funz.	Cs
leggero	nessuna 6	1,0
normale	150% del pieno car.16	1,2
pesante	250% " " " 24	1,4

Tab.2-Coeff. correz.funzionamento

	Cf
Ambiente polveroso,umido:galoppini sul tratto lento	1,1
All'esterno del tratto teso	1,2

Tab.3-Coeff. arco di contatto

α	90°	100°	110°	120°	130°	140°
Cy	0,61	0,67	0,71	0,79	0,84	0,88
α	150°	160°	170°	180°	190°	200°
Cy	0,88	0,92	0,97	1,00	1,03	1,07
α	210°	220°	230°	240°	-	-
Cy	1,09	1,12	1,15	1,18	-	-

Tab.4-Prestazioni base (p) della cinghia(arco 180°)in kW/cm

velocità lineare	Hevaloid HV Ø puleggia minore			
m/s	35	40	45	50
10	0,35	0,41	0,44	0,46
12,5	0,44	0,50	0,54	0,56
15	0,51	0,58	0,61	0,64
17,5	0,57	0,65	0,70	0,74
20	0,63	0,73	0,77	0,82
22,5	0,67	0,78	0,83	0,88
25	0,70	0,83	0,88	0,93
27,5	0,71	0,86	0,92	0,98
30	0,71	0,88	0,94	1,01
32,5	0,70	0,89	0,95	1,03
35	-	0,88	0,96	1,03

vel.lin.	Hevaflex Ø puleg. minore				
m/s	15	20	25	30	35
10	0,39	0,54	0,66	0,74	0,78
12,5	0,47	0,66	0,82	0,91	0,97
15	0,53	0,78	0,96	1,07	1,14
17,5	0,61	0,88	1,11	1,24	1,32
20	0,66	0,99	1,23	1,39	1,49
22,5	0,73	1,09	1,36	1,54	1,63
25	0,78	1,19	1,49	1,69	1,79
27,5	-	1,28	1,59	1,81	1,94
30	-	1,35	1,68	1,93	2,09
32,5	-	-	1,77	2,03	2,21
35	-	-	1,84	2,10	2,31

Tab.5-Lunghezze interne nominali (L) cinghie Hevaloid e Hevaflex.

210	330	430	545	650	780	920	1060
220	340	450	560	665	800	940	1080
240	350	460	575	680	820	960	1100
260	370	480	590	700	840	980	1120
280	385	500	605	720	860	1000	1140
300	400	515	620	740	880	1020	1160
315	420	530	635	760	900	1040	1180

segue tab. 5: lunghezze cinghie

1200	1425	1710	2010	2365	2800
1225	1450	1740	2045	2410	2850
1250	1475	1770	2080	2455	2900
1275	1500	1800	2110	2500	2950
1300	1530	1835	2160	2550	3000
1325	1560	1870	2200	2600	3050
1350	1590	1905	2240	2650	3100
1375	1620	1940	2280	2700	-
1400	1680	1975	2320	2750	-

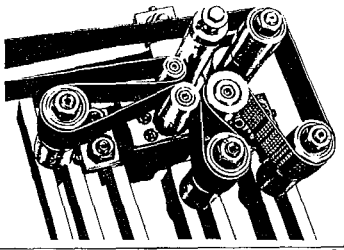
Tab.6- Larghezza min delle pulegge (Lp) in funzione della larghezza della cinghia (Lc)

Lc	15	20	25	32	40	50	60
Lp	20	25	30	40	50	60	70
Lc	70	80	90	115	125	140	160
Lp	80	90	100	125	140	160	180
Lc	180	200	225	245	270	300	-
Lp	200	225	245	270	300	350	-

Tab.7-Freccia (h) della bombatura delle pulegge

Ø puleg.	freccia	Ø puleg.	freccia
15÷112	0,3	181÷224	0,6
113÷140	0,4	225÷280	0,8
141÷180	0,5	281÷355	1,0

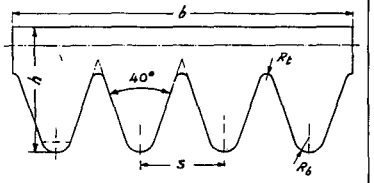
Tensione di montaggio cinghie:
Hevaloid HV 30 N/cm.
Hevaflex 60 N/cm.



Esempi di applicazione:Nelle ind. delle arti grafiche, dell'imballaggio, della lavorazione del legno, dei metalli, delle macchine utensili, meccanica fine, di precisione, tessile, ottica, cinematografica, produzione dei cuscinetti a sfere, strumenti di controllo e di misura, ecc.

Cinghie scanalate per trasm. ind.

Cinghie piatte chiuse ad anello con scanalature longitudinali nella parte interna. Sono usate p.e. in applicaz. industr. pesanti (PL e PM), elettrodom. (PH e PJ), comando accessori autoveicoli (PK)

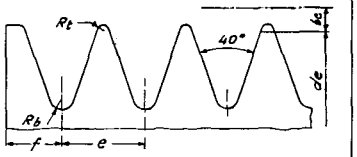


-Dimensioni nominali del profilo-

Tipo	PH	PJ	PK	PL	PM
S	1,6	2,34	3,56	4,7	9,4
Rb min	0,30	0,40	0,50	0,6	0,75
Rt max	0,15	0,20	0,25	0,4	0,75
h	3	4	6	10	17

Esempio design. cinghia PJ, 5 scanalature, lunghezza eff. 1100 mm: Cinghia UNI 9365-5 PJ 1100.

Pulegge



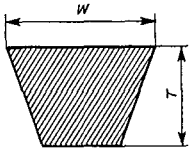
Tipo	PH	PJ	PK	PL	PM
e	1,6	2,34	3,56	4,7	9,4
Rt min	0,15	0,20	0,25	0,4	0,75
Rb max	0,3	0,4	0,5	0,4	0,75
f min	1,3	1,8	2,5	3,3	6,4
de min	13	20	45	75	180
be	0,8	1,2	2	3	4

- Diametro primitivo -
Il Ø prim. reale di una puleggia misurato sulla cinghia e leggermente superiore al Ø effett. de, e il suo esatto valore dipende dalla cinghia che viene usata. Il valore be, normalmente usato per il calcolo e mostrato in tabella. Nella pratica corrente é sufficiente l'uso del Ø eff.per il calcolo del rapporto di trasmissione

Esempio design.puleggia PJ, 5 scanalature, diametro effet. 650 mm: Puleggia UNI 9366-5 PJ 650.

Cinghie trap. per piccole potenze

Si usano 1 o 2 cinghie con motori di potenza limitata come per es., elettrodomestici, piccoli utensili, attrezzature per giardinaggio piccoli compressori, ecc. Si avvolgono su pulegge di piccolo Ø.

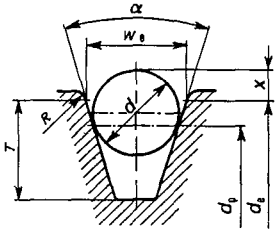


Dimensioni nominali della sezione

Sezione	1L	2L	3L	4L
Larghezza nom. W	5	6	9,5	12,5
Altezza nom. T	3	4	5,5	7

Esempio designaz. di una cinghia sezione 3L, lungh. nom. 1500 mm: Cinghia UNI 8685-3Lx1500.

Pulegge

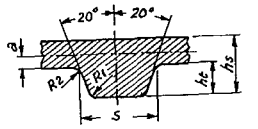


Profilo	1L	2L	3L	4L
Larghez. We	5	6	9,5	12,5
Profond. P	4	5	8	10
Ø effet. de	15	20	35	60
Ø prim. dp	14,2	19	33,5	57,5
Raggio R	0,5	0,5	1	1
Ø sfera d	4,96	5,94	9,46	12,28
Term.corr.X	2,76	3,28	5,37	6,70
α gole (de) 32°	∠ 25	∠ 35	∠ 55	∠ 70
α gole (de) 34°	25 a 50	35 a 60	55 a 80	70 a 90
α gole (de) 36°	-	-	81 a 105	91 a 145
α gole (de) 38°	≥ 50	≥ 60	≥105	≥ 145

Esempio designaz. puleggia 2 gole profilo 3L, diam. effettivo 150: Puleggia UNI 8685 - 2x3Lx150.

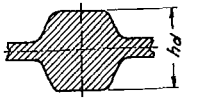
Cinghie e pulegge per autoveicoli

Sincrone UNI 8102 (A - AH)



UNI	8102-9046				8102		9046
Tipo	S	ht	R_2	R_1	hs	a	hd
A-DA	4,53	1,85	0,5	0,75	4,05	0,685	5,07
AH-DAH	6,07	2,30	1,0	1,00	4,50	0,750	6,10

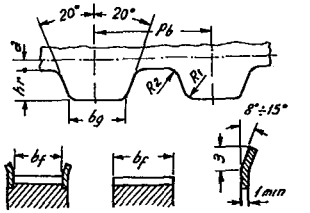
Doppia dent. UNI 9046 (DA - DAH)



Si impiegano generalmente nei motori ciclo Otto (A-DA), nei motori Diesel (AH-DAH).Larghezza (bs) 12-14-16-18-19-22-25-28-30-33-35-40-45-50 mm. Le lunghezze sono multiple del numero dei denti.

Esempi di designazione:
tipo A, passi 116, largh. 19 mm. Cinghia sincrona UNI 8102-A116x19 doppia (stessi dati) Cinghia sincrona UNI 9046 - DA 116 x 19.

Cremagliera generatr. per pulegge

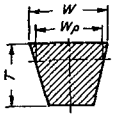


bf = bs + 2 bf' = bs + 5

Tipo	Z	Pb	hr	bg	R_1	R_2	a
A-DA	19	9,525	2,13	3,10	0,35	1,42	0,685
AH-DHA	21	9,525	2,59	4,24	1,47	1,42	0,750

diametro primitivo d = Z x Pb π
diametro esterno do = d + 2a
Es. design. Z=25, d=75,8, bf=20: Puleggia UNI 8103 78,5 x 20.

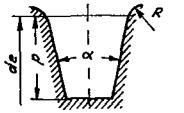
Trapezoidali strette



Sez.	AV 10	AV 13
W	10	13
Wp	8,5	11
T	8	10

Tipo P = involucro in tessuto
" R = fianchi tagliati
" S = fianchi tagl. dentellati
- lunghezze delle cinghie
AV 10: da 650÷1000 (progr. 25)
1250÷1500 (progr. 50)
1600-1700-1800.
AV 13: da 750÷1000 (progr.50)
1025÷1900 (progr.25)
Es. design. AV10, tipo P,lun.900: Cinghia UNI 8684 AV10-P 900.

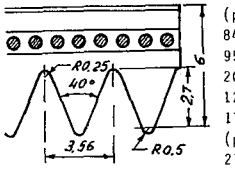
Pulegge



Pr	AV 10	AV 13
α	36° ± 30'	
de	67	90
p	11	13,75
R	0,8	

Es. des. Ø eff. 67, 1 gola, AV10: Puleggia UNI 8684 - 67 x 1 AV 10.

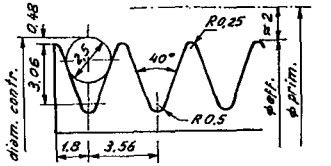
Scanalate tipo PK



lungh.:600÷900 (progr.25)-835 845-870 - 890-950-975- 1000÷2000(progr.50) 1220-1345-1615 1730-2100÷2500 (progr 100) - 2750 - 3000.

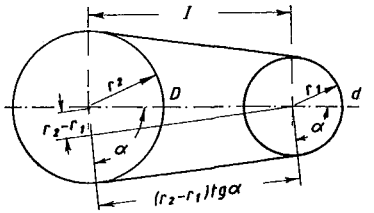
Es. des. cinghia 4 scan. lungh. 850: Cinghia scan. UNI 9047/1-850 PK4.

Pulegge tipo PK



Esempio designazione puleggia Ø effettivo 100, larghez. 4 gole: Puleggia UNI 9047/2-100 PK4.

Ricerca dell'interasse di una trasmissione



I = interasse
L = lungh. della cinghia
D = diam. pul. maggiore
d = diam. pul. minore
K = rapporto = D d
r_1 = raggio pul. minore
r_2 = raggio pul. maggiore

a) Con il sistema della funzione dell'evolvente

Dati. L, D, d.

Se il valore dell'angolo α si ottiene con: cos α = $(r_2 - r_1)$ I, la meta della lunghezza della cinghia con:

$L.2=r_2 x(\pi- \alpha)+(r_2-r_1)xtg\ \alpha +r_1\alpha$

oppure semplificando con:

$L = \pi D + (D - d) x (tg\ \alpha - \alpha)$

L'interasse I si otterra con:

inv α = (L − π D) (D − d)

Il valore inv α si trova(interpolando se necessario) nella tabella 1, alla pagine seguente.

I = (D − d) (2 cos α)

Esempio di calcolo

D = 248, d = 80, L = 1235

inv α =[1235 − (3,1416 x 248)]. (248-80) = 2,7136. Nella tab. 1 abbiamo come valore α approssimato per difetto 76,1°

Interpolando in tab 1.

(2,74133-2,71262) 0,1 = 0,2871.

pertanto (2,7136-2,71262):0,2871= = 0,034134° α = 76,1°+0,034134 = = 76° 8' 3"

I = (248-80).2x0,239649 = 350,51.

b) Col sistema del fattore di distanza degli assi h.

Tabella 2

D-d / F	fat. h	D-d / F	fat. h	D-d / F	fat. h
0,00	0,00	0,20	0,10	0,37	0,20
0,02	0,01	0,21	0,11	0,39	0,21
0,04	0,02	0,23	0,12	0,40	0,22
0,06	0,03	0,25	0,13	0,41	0,23
0,08	0,04	0,27	0,14	0,43	0,24
0,10	0,05	0,29	0,15	0,44	0,25
0,12	0,06	0,30	0,16	0,46	0,26
0,14	0,07	0,32	0,17	0,47	0,27
0,16	0,08	0,34	0,18	0,48	0,28
0,18	0,09	0,35	0,19	0,50	0,29

Dati. L, D, d.

F = L − 1,57x(D+d), Fattore h (in tabella 2) risultante da (D-d) F

$$I = \frac{F - h\ x\ (D-d)}{2}$$

Esempio di calcolo

L = 2310, D = 320,86, d = 160,43

F = 2310 − 1,57x481,29 = 1554,37,

h = 160,43 1554,37 = 0,1032

$$I = \frac{1554,37-0,05x160,43}{2} = 773,17$$

(0,05 da tabella 2)

Calcolo dell'interasse e della lunghezza della cinghia, ottimali in una trasmissione

Dati. D, d, Rapp. di trasm. K=D:d

Ia = interasse approssimato,

La = lunghezza cinghia di calcolo

L = lunghezza cinghia standard.

Ia =(D + d) 2 + d (per K < 3),

Ia = D (per K > di 3)

$$La = 2Ia + 1,57x(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4Ia}$$

$$I = Ia - \frac{La - L}{2} \text{ (per L < di La)}$$

$$I = Ia + \frac{L - La}{2} \text{ (per L > di La)}$$

Esempio di calcolo

D = 200, d = 160, K = 1,25

$$Ia = \frac{200 + 160}{2} + 160 = 340$$

La = 680+565,2+1,176 = 1246,376

Lunghezza standard di cinghia piu vicina L = 1245

$$I = 340 - \frac{1246,376 - 1245}{2} = 339,3$$

Quando non si hanno limitazioni d'ingombro, scegliere la puleggia motrice non troppo piccola per attenuare la flessione della cinghia, la cui larghezza (se dentata) non deve superarne il diam.

Funzioni (inv α = tg α − α, in rad) - Comandi a rapporti multipli

α	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°
0,0	0,68485	0,73940	0,79862	0,86305	0,93329	1,01004	1,09412	1,18648	1,28826	1,40081
0,1	0,69011	0,74510	0,80482	0,86980	0,94066	1,01811	1,10297	1,19622	1,29901	1,41272
0,2	0,69541	0,75085	0,81107	0,87662	0,94810	1,02624	1,11190	1,20604	1,30986	1,42475
0,3	0,70075	0,75665	0,81738	0,88348	0,95560	1,03446	1,12091	1,21597	1,32083	1,43691
0,4	0,70614	0,76250	0,82374	0,89042	0,96317	1,04274	1,13001	1,22599	1,33191	1,44920
0,5	0,71157	0,76839	0,83015	0,89741	0,97081	1,05111	1,13920	1,23612	1,34310	1,46162
0,6	0,71704	0,77438	0,83662	0,90446	0,97851	1,05955	1,14847	1,24634	1,35440	1,47417
0,7	0,72256	0,78033	0,84314	0,91157	0,98629	1,06807	1,15784	1,25666	1,36583	1,48686
0,8	0,72813	0,78638	0,84972	0,91875	0,99414	1,07667	1,16730	1,26709	1,37737	1,49968
0,9	0,73374	0,79248	0,85636	0,92599	1,00205	1,08536	1,17684	1,27762	1,38903	1,51264
α	**70°**	**71°**	**72°**	**73°**	**74°**	**75°**	**76°**	**77°**	**78°**	**79°**
0,0	1,52575	1,66503	1,82105	1,99676	1,19587	2,42305	2,68433	2,98757	3,34327	3,76574
0,1	1,53899	1,67983	1,83768	2,01555	2,21724	2,44753	2,71262	3,02058	3,38224	3,81237
0,2	1,55239	1,69481	1,85451	2,03458	2,23889	2,47236	2,74133	3,05412	3,42188	3,85988
0,3	1,56592	1,70955	1,87154	2,05385	2,26083	2,49754	2,77048	3,08821	3,46222	3,90830
0,4	1,57961	1,72258	1,88878	2,07336	2,28307	2,52308	2,80007	3,12286	3,50328	3,95766
0,5	1,59346	1,74078	1,90623	2,09313	2,30561	2,54899	2,83012	3,15808	3,54507	4,00798
0,6	1,60745	1,75646	1,92390	2,11315	2,32846	2,57527	2,86064	3,19389	3,58762	4,05929
0,7	1,62160	1,77232	1,94178	2,13343	2,35162	2,60194	2,89163	3,23029	3,63094	4,11162
0,8	1,63592	1,78837	1,95988	2,15397	2,37510	2,62900	2,92311	3,26732	3,67505	4,16499
0,9	1,65039	1,80461	1,97821	2,17478	2,39891	2,65646	2,95509	3,30497	3,71998	4,21945
α	**80°**	**81°**	**82°**	**83°**	**84°**	**85°**	**86°**	**87°**	**88°**	**89°**
0,0	4,27502	4,90003	5,68420	6,6957	8,0483	9,9465	12,7997	17,536	27,100	55,74
0,1	4,33173	4,97040	5,77370	6,8132	8,2090	10,1792	13,1658	18,220	28,608	62,10
0,2	4,38963	5,04240	5,86552	6,9341	8,3752	10,4217	13,5512	18,925	30,281	70,06
0,3	4,44874	5,11608	5,95975	7,0587	8,5474	10,6745	13,9576	19,681	32,152	80,29
0,4	4,50911	5,19149	6,05650	7,1871	8,7257	10,9383	14,3401	20,496	34,258	93,93
0,5	4,57077	5,26871	6,15586	7,3195	8,9106	11,2139	14,8041	21,377	36,644	113,03
0,6	4,63377	5,34780	6,25793	7,4561	9,1023	11,5022	15,3205	22,330	39,371	141,67
0,7	4,69816	5,42882	6,36283	7,5970	9,3014	11,8038	15,8300	23,367	42,518	189,42
0,8	4,76396	5,51184	6,47068	7,7426	9,5081	12,1199	16,3714	24,498	46,190	284,91
0,9	4,83124	5,59694	6,58160	7,8929	9,7230	12,4515	16,9478	25,737	50,529	571,39

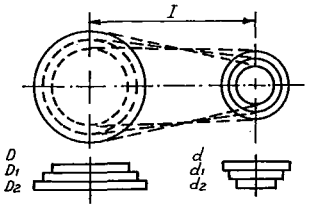
Comandi a rapporti multipli

Ricerca del Ø prim. delle pulegge multiple con rapporti diversi senza variazioni dell'interasse e della lunghezza della cinghia.

Se K = rapporto di trasmissione, l = lunghezza cinghia, allora d =

$$\frac{-\pi I\cdot(K+1)+\sqrt{I^2\ \pi^2\ (K+1)^2+4I\cdot(l-2I)\cdot(K-1)^2}}{(K-1)^2}$$

D = d K



Esempio di calcolo di un comando triplo avente i rapporti 1,2, 1,6 2,3 con cinghia di Ø normale e interasse compreso tra 190 e 200 mm Stabilito il 1° rapporto d =110 e D(d·K)=132 mm, si calcola:1) l'interasse approssimato = 231 mm, 2) lungh.appross.cinghia = 842,64 3) lungh.normale cinghia = 770 mm 4) inter effettivo = 194,77 mm,

5) $d_1 = \frac{-3,14\cdot194,77\cdot2,6+\sqrt{194,77^2\ 3,14^2\ 2,6^2+4\cdot194,77\cdot380,46\cdot0,6^2}}{0,6^2} = 92,2$ mm

6) D_1 = 92,2·1,6 = 147,5 mm

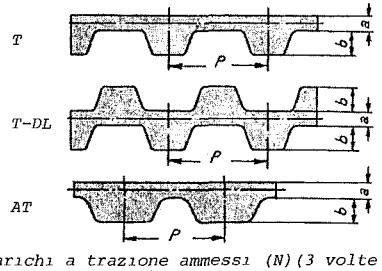
7) $d_2 = \frac{-3,14\cdot194,77\cdot3,3+\sqrt{194,77^2\ 3,14^2\ 3,3^2+4\cdot194,77\cdot380,46\cdot1,3^2}}{1,3^2} = 71,27$ mm

8) D_2 = 71,27·2,3 = 163,9 mm.

Cinghie dentate Breco e Brecoflex

Angst+Pfister S.p.A. Viale Teodorico 25 Milano - TO-BO-PD-Roma
tel. 02-3106.1 - tlx 331197 AP MI I - fax 02-33103148

Le trasmissioni con cinghie dentate sono entrate da tempo nell'uso comune, superfluo quindi ripeterne i vantaggi acquisiti.
Le cinghie Breco e Brecoflex aumentano in modo notevole i campi della loro utilizzazione, grazie alle seguenti caratteristiche:
- Realizzate in resina poliuretanica per trasmissioni di potenza e resistenza all'usura, ai lubrificanti e agli idrocarburi.
- Configurazione tradizionale o a doppia dentatura per trasmissioni multiple.
- Esecuzione anche in nastri continui con possibilita di essere saldati ad anello il cui sviluppo e determinato solo dalle esigenze dell'utilizzatore.
- Usate come nastri trasportatori possono essere prodotte con tasselli sul dorso per il trasporto di oggetti o per il comando di automatismi.
- Possibilita di rivestimenti sui denti per ridurre o aumentare la resistenza di attrito secondo la loro utilizzazione.
- Il filo di acciaio incorporato puo trovare alternativa con filo continuo di Kevlar nelle esecuzioni a nastro.
- Le serie normalizzate hanno dimensioni raccomandate ISO.



Serie	P	a	b
T	5	1	1,2
	10	2	2,5
	20	3	5
T-DL	5	1	1,2
	10	2	2,5
	20	3	5
A-T	5	1,2	1,5
	10	2	2,5
	20	3	5

Carichi a trazione ammessi (N) (3 volte infer. ai carichi di rottura)

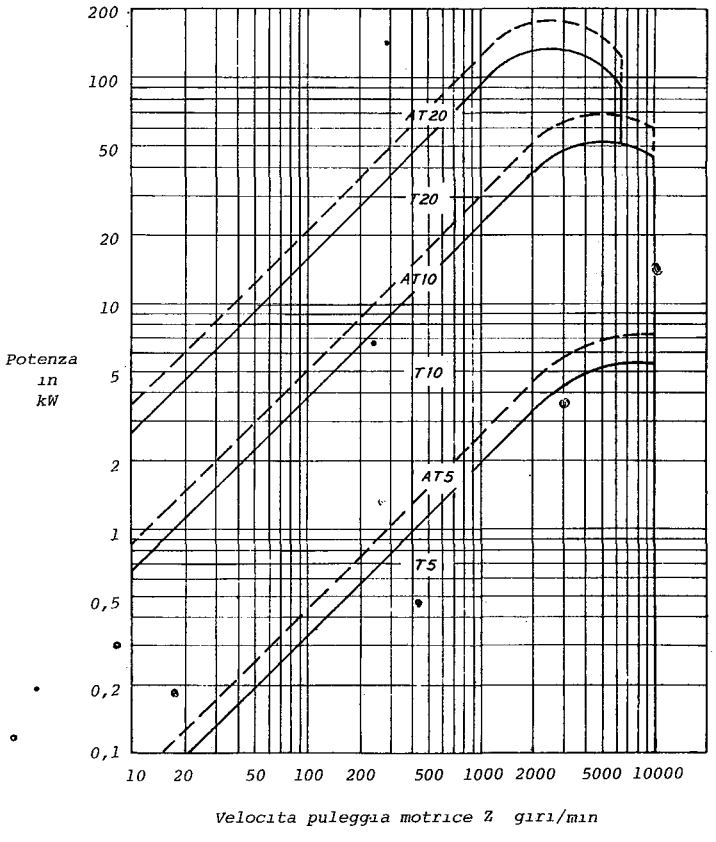
Cinghie tipo		Larghezza cinghia in mm								
		6	10	16	25	32	50	75	100	150
T5 T5-DL	M	180	300	450	840	960	1250	-	-	-
	V	90	150	240	420	480	630	-	-	-
	X	180	330	570	930	1200	1920	2970	3930	-
T10 T10-DL	M	-	-	1300	2400	2600	4200	4900	6800	-
	V	-	-	650	1200	1300	2100	2450	3400	-
	X	-	-	1100	1800	2300	3800	5800	7800	-
T20 T20-DL	M	-	-	-	-	4500	6500	10000	14000	20000
	V	-	-	-	-	2250	3250	5000	7000	10000
	X	-	-	-	-	4750	7750	12000	16000	24500
AT5 AT5-DL	M	-	560	1260	1680	2240	3500	-	-	-
	V	-	280	630	840	1120	1750	-	-	-
	X	-	490	840	1400	1890	3010	4260	6160	-
AT10 AT10-TL	M	-	-	-	3750	5000	7500	12000	16000	22000
	V	-	-	-	1875	2500	3750	6000	8000	11000
	X	-	-	-	3500	4750	7750	12000	16000	24500
AT20 AT20-DL	M	-	-	-	-	7200	11700	18000	25000	36000
	V	-	-	-	-	3600	5850	9000	12600	18000
	X	-	-	-	-	6750	11250	17550	23850	36450

M = Cinghia Breco aperta. V = cinghia Breco giuntata.
X = Cinghia Brecoflex ad anello.

segue

segue: Cinghie dentate Breco e Brecoflex

Scelta del passo della dentatura in funzione della potenza



Caratteristiche generali.
Rapporti di trasmissione anche elevati. Temperatura d'impiego da -30 a + 80°C con punte fino a 120
Impiegabili per tutti gli usi nella tecnica delle trasmissioni. A richiesta con rivestimenti in tessuto di poliammide per ridurre l'attrito e il rumore.

Cinghie tipi T e AT

- sui denti Riferimanto PAZ
- sul dorso Riferimanto PAR
- su le 2 parti Rifer. PAR-PAZ

Cinghie tipo DL

- sui denti (una parte) Rifer PAZ

Rivestimenti speciali in:
Linatex (1-2,4-3,2-4,8-6,4-8 mm)
Pur Giallo (2-3-4-5-6 mm)
PVC (1 mm)
Porol (5-10 mm)
Shaum (1-2-3-4-5-6 mm)
Corres Gummi (6-10 mm)

Cinghie dentate Breco

Le cinghie dentate Breco sono prodotte in nastri continui di diverse lunghezze e, mediante procedimenti particolari, questi nastri sono tagliati e giuntati alla misura voluta.
Questa operazione è effettuata dalla Casa costruttrice su richiesta dell'utilizzatore.
Si possono così ottenere, in tempi brevi e prezzi contenuti, cinghie dentate di qualsiasi sviluppo e larghezza, eccezionalmente robuste e resistenti all'usura.
(Figura 1)

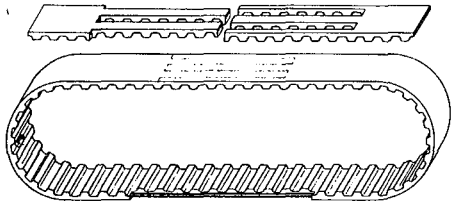


Fig. 1

Trovano impiego anche come nastri trasportatori (fig. 2) Nastri trascinatori. Trasportatori sincroni e nelle trasmissioni lineari (fig. 3)

Fig. 2

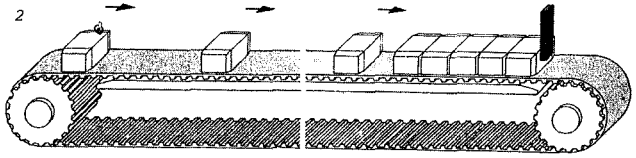
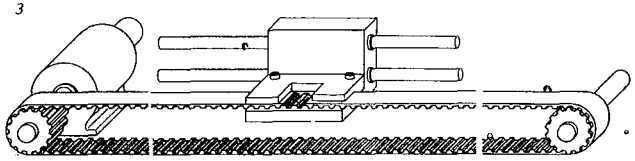


Fig. 3



Sviluppo minimo cinghie saldate mm	T5	T10	T20	T-DL5	T-DL10	T-DL20	AT5	AT10	AT20
	650	800	1000	1000	1000	1200	650	800	1000

Su richiesta possono essere fornite cinghie Breco con tasselli sul dorso per utilizzazione come elementi di trasporto o di comando (figg.4-5-6)

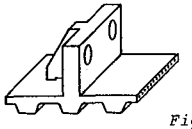


Fig. 4

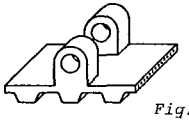
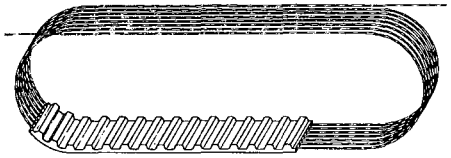


Fig. 5

Fig. 6

Cinghie dentate Brecoflex

Le cinghie dentate Brecoflex presentano le stesse caratteristiche delle cinghie Breco, per quanto riguarda i materiali costituenti, l'esecuzione e differente in quanto sono prodotte ad anello chiuso e quindi il filo d'acciaio e continuo e avvolto elicoidalmente sulla linea primitiva.
Le cinghie dentate Brecoflex sono prodotte in alternativa anche con filo continuo in Kevlar (Kevlar e un marchio registrato della Du Pont)



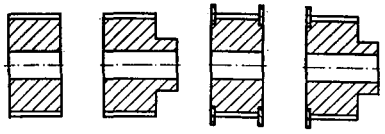
Numero denti (Z) delle cinghie normalizzate (Sviluppo = Z x passo)

T5	87	198	89	188	710	178	56	56	180	630	178
T5-DL	91	215	92	196	750	188	61	61	194	670	188
-	96	220	96	225	800	200	68	66	200	710	200
40	100	232	97	236	900	213	75	70	212	750	213
43	102	243	98	250	2200*	225	78	73	224	2200*	225
44	105	363	101	265	T20	238	84	78	236	AT20	238
45	109	1500*	108	280	T20-DL	250	91	84	250		250
49	112	T10	115	300	75	265	100	89	265	75	265
51	115	T10-DL	121	310	80	280	109	92	280	80	280
52	122	50	124	315	85	300	120	96	300	85	300
54	124	53	125	335	90	315	122	100	315	90	315
56	126	56	132	375	95	335	132	105	335	95	335
59	132	61	135	400	100	355	144	110	355	100	355
61	138	63	139	425	106	375	156	115	375	106	375
66	144	66	140	450	112	400	165	120	400	112	400
68	150	69	142	475	118	425	195	125	425	118	425
71	156	70	146	500	125	450	210	130	450	125	450
73	163	72	150	530	133	1100*	225	135	475	133	1100*
78	168	78	156	560	140	AT5	1500*	140	500	140	
80	180	81	161	600	150		AT10	150	530	150	
82	185	84	175	630	158	45		160	560	158	
84	188	88	178	670	168	51	50	170	600	168	

* Attuali sviluppi massimi di produzione.
Fornibili con sviluppi intermedi (di dente in dente) per un quantitativo minimo:

Passo 5 da 220 denti a 1500 denti
Passo 10 da 110 denti a 2200 denti
Passo 20 da 75 denti a 1100 denti
Le cinghie AT10-DL in tabella sono fornite solo da Z 150 a 2200

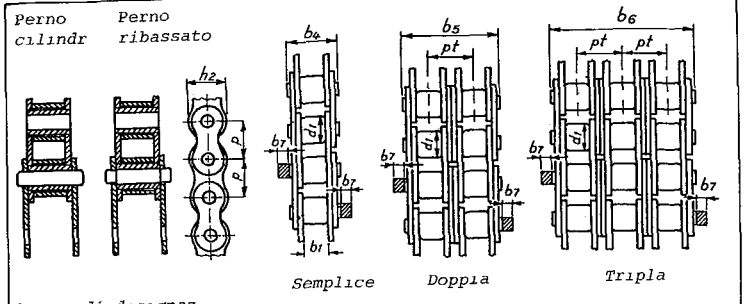
Ruote dentate per cinghie Breco e Brecoflex



In lega leggera (AlCuMgPb) o in acciaio, fornibili a richiesta unitamente alle cinghie. Un disco laterale per i = 1.1, alternati sulle due ruote. Due dischi per i diverso da 1.1 sulla motrice.

Disponibili barre dentate in lega leggera per cinghie T5,T10,AT5,AT10

Catene a rulli di precisione per trasmissioni e applicaz. varie

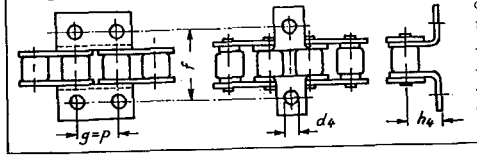


Esempi di designaz.
Catena 20A-1 UNI 7484, 20A-2 UNI 7484, 20A-3 UNI 7484; ecc.

N° ISO	Passo p	Diam. rullo d1 max	Larg. magl. b1 min	Altez. piast. h2 max	Passo trasv. pt	Larghez. sui perni semp. b4 max	dopp. b5 max	trip. b6 max	Lar bloc b7 * max	Carico rottura min kN **	Attacchi K1 e K2 Alt. piat. h4	Foro d4 min	Inter trasv. f
05B	8,00	5,00	3,00	7,11	5,64	8,6	14,3	19,9	3,1	4,5	-	-	-
06B	9,525	6,35	5,72	8,26	10,24	13,5	23,8	34,0	3,3	8,9	-	-	-
08A	12,70	7,95	7,85	12,07	14,38	17,8	32,3	46,7	3,9	13,8	7,92	3,3	25,40
08B	12,70	8,51	7,75	11,81	13,92	17,0	31,0	44,9	3,9	17,8	8,89	4,3	25,40
10A	15,875	10,16	9,40	15,09	18,11	21,8	39,9	57,9	4,1	21,8	10,31	5,1	31,75
10B	15,875	10,16	9,65	14,73	16,59	19,6	36,2	52,8	4,1	22,3	10,31	5,3	31,75
12A	19,05	11,91	12,57	18,08	22,78	26,9	49,8	72,6	4,6	31,2	11,91	5,1	38,10
12B	19,05	12,07	11,68	16,13	19,46	22,7	42,2	61,7	4,6	28,9	13,46	6,4	38,10
16A	25,40	15,88	15,75	24,13	29,29	33,5	62,7	91,9	5,4	55,6	15,88	6,6	50,80
16B	25,40	15,88	17,02	21,08	31,88	36,1	68,0	99,9	5,4	42,3	15,88	6,4	50,80
20A	31,75	19,05	18,90	30,18	35,76	41,1	77,0	113,0	6,1	86,8	19,84	8,2	63,50
20B	31,75	19,05	19,56	26,42	36,45	43,2	79,9	116,1	6,1	64,5	19,84	8,4	63,50
24A	38,10	22,23	25,22	36,20	45,44	50,8	96,3	141,7	6,6	124,5	23,01	9,8	76,20
24B	38,10	25,40	25,40	33,40	48,36	53,4	101,8	150,2	6,6	97,9	26,67	10,5	76,20
28A	44,45	25,40	25,22	42,24	48,87	54,9	103,6	152,4	7,4	169,1	28,58	11,4	88,90
28B	44,45	27,94	30,99	37,08	59,56	65,1	124,7	184,3	7,4	129,1	28,58	13,1	88,90
32A	50,80	28,58	31,55	48,26	58,55	65,5	124,2	182,9	7,9	222,4	31,75	13,1	101,60
32B	50,80	29,21	30,99	42,29	58,55	67,4	126,0	184,5	7,9	169,1	31,75	13,1	101,60
40A	63,50	39,68	37,85	60,33	71,55	80,3	151,9	223,5	10,2	347,0	*Largh. con giunto b4,b5,b6 + b7 (o + 1,6 b7 perni con testa) se fermata da 1 parte o + 2 b7 se fermata da 2 parti.		
40B	63,50	39,37	38,10	52,96	72,29	82,6	154,9	227,2	10,2	262,5			
48A	76,20	47,63	47,35	72,39	87,83	95,5	183,4	271,3	10,5	500,4			
48B	76,20	48,26	45,72	63,88	91,21	99,1	190,4	281,6	10,5	400,4			
56B	88,90	53,98	53,34	77,85	106,60	114,6	221,2	-	11,7	542,7			
64B	101,60	63,50	60,96	90,17	119,89	130,9	250,8	-	13,0	711,8			
72B	114,30	72,39	68,58	103,63	136,27	147,4	283,7	-	14,3	898,6			

**Per catena semplice; moltiplicare per 2, 3, ecc. per catena doppia, tripla, ecc.

Attacco K2 (maglia esterna) — Attacco K1 (maglia interna)



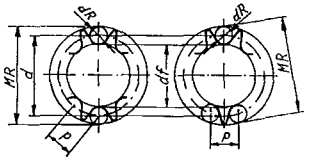
Entrambi i tipi di attacchi possono essere montati su uno o su entrambi i fianchi della catena, sulle maglie interne oppure su quelle esterne. h4, d4 ed f, sono comuni ai due tipi di attacchi.

Ruote dentate per catene a rulli di prec. a passo corto per trasmiss.

(Riferim. UNI 7484)

Dimensioni diametrali delle ruote

p = passo della corda, uguale al passo della catena.
dR = diametro del rullo calibrato
z = numero dei denti.
d = diametro primitivo.
df = diametro di piede.
MR = misura sui rulli calibrati.

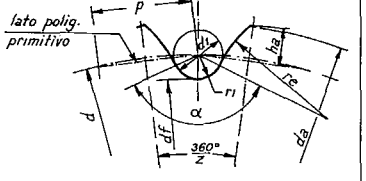


Dimensioni

dR = d_1 (Ø max rullo) + 0,01/0
d = p (sen 180° z)
df = d-d_1 (toll.su df: fino a 127 -0,25/0; >127.250-0,30/0; > 250 h11
MR = d + dR (N° denti pari)
MR = d (cos 90°:z)+dR min (N°denti dispari)
(Valori di p, d_1 vedi pag. preced)

Profilo del dente

r_1 = raggio del rullo
α = angolo di contatto del rullo
re = raggio di disimp. del dente
ha = altezza del dente in corrispondenza del poligono prim.
da = diametro esterno.
df = diametro di piede.



Il profilo reale deve essere compreso tra i limiti del profilo minimo e quelli del profilo massimo

Profilo minimo

r_{1l} = 0,505 d_1
α_1 = 140° + 90° z.
re_1 = 0,12 d (z + 2)

Profilo massimo

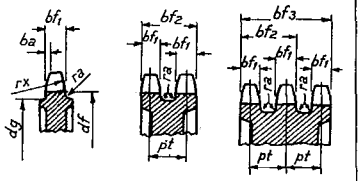
r_{1z} = (0,505 d_1 + 0,068$\sqrt[3]{d_1}$) mm.
α_2 = 120° - 90° z.
re_2 = 0,008 d_1 (z^2 + 180)

Altezza del dente e diam. esterno

da max = d + 1,25 p - d_1
da min = d + p (1 - 1,6:z) - d_1.
(da max e da min possono essere usati indifferenyemente sia per il profilo del dente min sia per il profilo del dente max)

Profilo trasversale di dentatura

(valori di b_1, pt, h_2 vedi pag.pr.)



Ruote per catene	$p \leq 12,7$ bf_1(h14)	$p > 12,7$ bf_1(h14)
semplici	0,93 b_1	0,95 b_1
dopp.e triple	0,91 b_1	0,93 b_1
quadr.e oltre	0,88 b_1	0,93 b_1

bf_2 e bf_3 = (numero file di rulli - 1) pt + bf_1
rx = p.
ba = da 0,1p min a 0,15p max.
ra_{eff} = raggio di racc.effettivo.
dg=p(ctg 180°:z)-1,05h -1-2ra_{eff}

Oscillazione assiale (1)

(dalla parte piena laterale della dentatura) non > di 0,0009df + + 0,08 mm con un max di 1,14 mm.

Numero dei denti

da 9 a 150 incluso.Preferenziali. 17-19-21-23-25-38-57-76-95-114.

Tolleranze sul foro

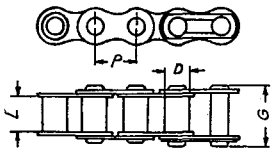
H8 (salvo diversam. concordato)

Precisione del passo dei denti

Deve essere concordata in relazione alle prestazioni richieste (1) durante una rotazione compl.

Catene "Micropitch" e catene "Galle"

- VIBI - S.p.A. Via S. Marco 22 - 20121 Milano tel. 6595941

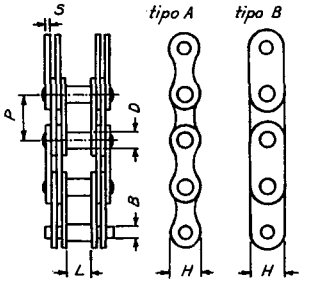


Per applicazioni in macchine sofisticate come calcolatori elettromeccanici ed elettronici. Acciaio inossidabile 18/8. Ha struttura di catena a bussole fisse di precisione. Max velocità di rotazione 15000 giri/min su pignone con meno di 20 denti, 6000 giri minuto su pignone di 60 denti. Carico di esercizio 9 kg, velocità di traslazione minore di 30 m/min

Catena N°	Passo pollici	Passo mm	Larghezza L
1475MIC	0,1475	3,746	1,828

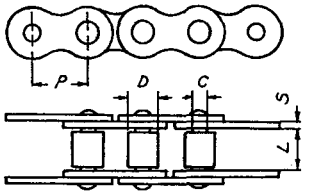
Diam. D	Largh. G	Carico rottura medio kg	Peso kg/m
2,286	5,842	82	0,05

Catene "Galle" (DIN 8150)
Materiali di prima qualità trattati termicamente, consentono carichi di rottura superiori a quelli indicati. Trasmissioni di forza nei banchi di trafila e apparati di sollevamento.



Catena N°	P	L	Perno D	Perno B	Piastre N°x lato	Piastre tipo	Piastre H	Piastre S	Carico rottura
	mm		mm				mm		
6G	6	4	3	2,3	2		5	1	0,4
8G	8	6	3,5	2,5	2		7	1	0,6
10G	10	8	4	3	2		8	1,5	0,83
15G	15	12	5	4	2		12	2	1,47
20G	20	15	8	6	2		15	2	2,9
25G	25	18	10	8	2		18	3	4,75
30G	30	20	11	9	4	A	20	3	10
35G	35	22	12	10	4		26	3	14,5
40G	40	25	14	12	4		30	3	16,8
45G	45	30	17	14	4		35	3	19,5
50G	50	35	22	18	4		38	4,5	28,5
55G	55	40	24	21	4		40	6	35
60G	60	45	26	23	4		45	6	41
70G	70	50	32	28	6		55	6	76
80G	80	60	36	32	6		60	6	82
90G	90	70	40	36	6	B	70	7	110
100G	100	80	45	40	8		80	7	175
110G	110	90	50	45	8		90	7	195
120G	120	100	55	50	8		100	8	240

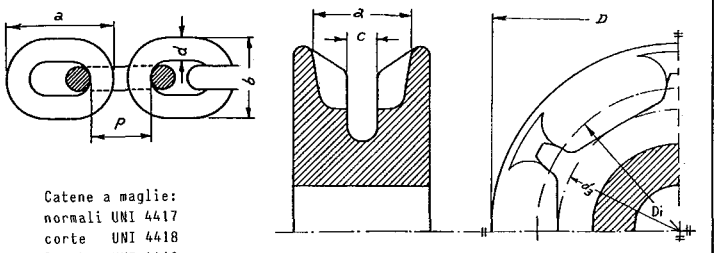
Catene "Galle" con rulli
Rulli in acciaio o ottone; agevolano lo scorrimento sulle guide e diminuiscono lo strisciamento sugl'ingranaggi. Non consigliabili per velocità superiori a 0,5 m/s.



Catena N°	P	L	C	D	S	Mat. rullo	Peso kg/m
	mm						
14 GR	14	14	7	4	2,5	acc	0,83
15 GRA	15	10	9	5	2	acc.	0,97
15 GRB	15	10	9	5	2	ott.	1,04
15 GRC	15	11	9	5	2,5	acc.	1,13
15 GRD	15	10	9	5	3	acc.	1,29
16 GRA	16,4	11	9	5	2,5	acc.	1,10
16 GRB	16,4	11	9	5	2,5	ott.	1,09
16 GRC	16,4	11	9	5	3	acc.	1,30
16 GRD	16,4	11	9	5	3	ott.	1,26
19 GRA	19	6,2	9	6	1,5	acc.	0,80
19 GRB	19	14	9	5	3	acc.	1,50

Per ingranaggi e altri tipi di catene, chiedere il catalogo a VIBI.

Catene per impieghi navali - Ruote ad impronte



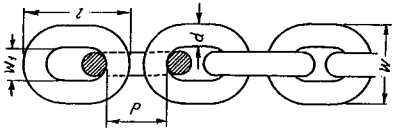
Catene a maglie:
normali UNI 4417
corte UNI 4418
lunghe UNI 4419

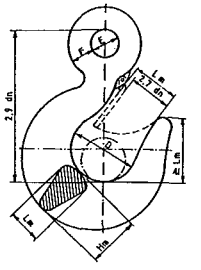
Calibro d	Toller su d	Toller b	UNI 4417 a	UNI 4417 p	UNI 4418 a	UNI 4418 p	cal. tol. su d	4417-4418 carico(t) rot.	4417-4418 carico(t) prov.	UNI 4419 a	UNI 4419 p	UNI 4419 carico(t) rot.	UNI 4419 carico(t) prov.	Ruote ad impronte UNI 4428 (p.cat.UNI 4417) D	D_f	d_3	*N°	a	c
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	7	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	10	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	14	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	17	0,9	0,4	-	-	-	-	-	-
6	±0,5	20	31	19	27	15	±0,3	1,4	0,7	33	21	1,3	0,6	-	-	-	-	-	-
8	±0,8	27	40	24	36	20	±0,5	2,4	1,2	44	28	2,3	1,1	-	-	-	-	-	-
10	± 1	34	49	29	45	25	±0,5	3,8	1,9	55	35	3,6	1,8	-	-	-	-	-	-
11	± 1	38	55	33	50	28	±0,5	4,6	2,3	61	39	4,3	2,2	-	-	-	-	-	-
12,5	± 1	43	63	38	56	31	±0,5	5,9	2,9	69	44	5,5	2,8	-	-	-	-	-	-
14,5	± 1	49	72	43	65	36	±0,5	7,9	4,0	80	51	7,5	3,7	327	275	254	10	58	19
16	± 1	54	80	48	72	40	±0,5	9,7	4,8	88	56	9,1	4,5	335	276	254	9	64	21
17,5	± 1	60	88	53	79	44	±0,5	11,6	5,8	96	61	10,9	5,4	335	272	246	8	69	23
19	± 1	65	95	57	86	48	±0,5	13,6	6,8	105	67	12,8	6,4	362	293	264	8	75	25
20,5	± 1	70	103	62	92	51	±0,5	15,8	7,9	113	72	14,9	7,5	353	280	246	7	81	27
22	±1,5	75	110	66	99	55	±0,7	18,2	9,1	121	77	17,2	8,6	377	298	263	7	86	29
24	±1,5	81	120	72	108	60	±0,7	21,7	10,9	132	84	20,4	10,2	410	324	285	7	94	31
25,5	±1,5	87	127	76	115	64	±0,7	24,5	12,3	140	89	23,1	11,5	434	342	301	7	99	33
27	±1,5	92	135	81	122	68	±0,7	27,5	13,7	149	95	25,9	12,9	412	314	268	6	105	35
28,5	±1,5	97	143	86	128	71	±0,7	30,6	15,3	157	100	28,8	14,4	438	334	286	6	112	37
30	±1,5	102	150	90	135	75	±0,7	33,9	17,0	165	105	31,9	16,0	458	349	298	6	117	39
32	± 2	108	160	96	144	80	± 1	38,6	19,3	176	112	36,3	18,2	488	372	317	6	124	42
33	± 2	113	166	100	149	83	± 1	41,1	20,5	182	116	38,6	19,3	508	388	332	6	129	43
35	± 2	119	175	105	158	88	± 1	46,2	23,1	192	122	43,5	21,7	535	408	348	6	135	46
37	± 2	125	184	110	166	92	-	51,6	25,8	204	130	48,6	24,3	560	427	364	6	143	48
38	± 2	129	190	114	171	95	-	54,4	27,2	209	133	51,2	25,6	580	442	377	6	147	49
40	± 2	135	199	119	180	100	-	60,3	30,2	220	140	56,8	28,4	610	461	397	6	154	52

Materiali delle catene: (saldate a forgia) C 8 UNI 5771. Altri sistemi di saldatura, acciai adatti al tipo di saldatura. Impiego: Servizi generici di bordo (UNI 4419) Ormeggio piccole navi (UNI 4417) Fronelli dei timoni, apparecchi di sollevamento (UNI 4418-C) Penzoli di attrezzature (UNI 4418 NC) Mulinelli salpa ancora, meccanismi di manovra (UNI 4428)
Esempi di designazione:

maglie normali, calibro 10:
Catena UNI 4417-10.
maglie corte, calibrate, cal. 10:
Catena UNI 4418-10-C.
c. s. ma non calibrata:
Catena UNI 4418-10-NC.
maglie lunghe calibro 10:
Catena UNI 4419-10.
Ruote ad impronte per catene calibro 22 (UNI 4417)
Ruota ad impronte UNI 4428-22.
* N° delle impronte.

Catene di sollevam. a maglie corte - Ganci di sollevam. ad occhio





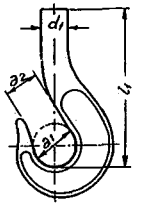
Catene UNI 9423 grado M (4)
Catene UNI 9424 grado S (6)
Catene UNI 9425 grado T (8)
Catene UNI 9467 grado T (8) calibr

UNI-ISO 4779 M (4)-7597 T (8)

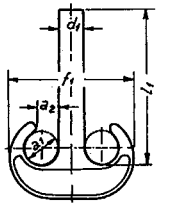
UNI 9423-9424-9425					carico serviz. (t) per UNI			UNI 9467			car serv.	Ganci di sollev. UNI-ISO 4779-7597						
	l		W	W_1						W		D	E	F	Hm	Lm	car.serv. (t)	
dn	max	min	max	min	9423	9424	9425	dn	p	mx	(t)	min	min	max	max	max		
4	-	-	-	-	-	-	-	4	12	13	0,5	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	5	15	17	0,8	-	-	-	-	-	-	-
6	30	28	21	7,5	0,57	0,9	1,1	6	18	20	1,1	22,8	10,5	10,8	25,8	17,4	0,57	1,1
7	35	33	25	8,8	0,78	1,2	1,5	7	21	23	1,5	26,6	12,3	12,6	30,1	20,3	0,78	1,5
8	40	38	28	10	1,0	1,6	2,0	8	24	26	2,0	30,4	14	14,4	34,4	23,2	1,0	2,0
9	-	-	-	-	-	-	-	9	27	30	2,5	-	-	-	-	-	-	-
10	50	47	35	12,5	1,6	3,5	3,2	10	30	33	3,2	38	17,5	18	43	29	1,6	3,2
11	-	-	-	-	-	-	-	11	33	36	3,8	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	12	36	39	4,6	-	-	-	-	-	-	-
13	65	62	46	16,3	2,7	4,2	5,4	13	39	43	5,4	49,4	22,8	23,4	55,9	37,7	2,7	5,4
14	-	-	-	-	-	-	-	14	42	46	6,3	-	-	-	-	-	-	-
16	80	76	56	20	4,0	6,3	8,0	16	48	52	8,0	60,8	28	28,8	68,8	46,4	4,0	8,0
18	90	85	63	23	5,0	8,0	10	18	54	59	10	68,4	31,5	32,4	77,4	52,2	5,0	10
19	95	90	67	24	5,7	9,1	11,5	19	-	-	-	72,2	33,3	34,2	81,7	55,1	5,7	11,5
20	100	95	70	25	6,3	10	12,5	20	60	65	12,5	76	35	36	86	58	6,3	12,5
22	110	104	77	28	7,7	12,2	15,5	22	66	72	15,5	83,6	38,5	39,6	94,6	63,8	7,7	15,5
23	115	109	81	29	8,4	13,3	16,9	23	-	-	-	87,4	40,3	41,4	98,9	66,7	8,4	16,9
25	125	119	88	32	10	16	20	25	-	-	-	95	43,8	45	107,5	72,5	10	20
26	130	123	91	33	10,8	17	21,6	26	-	-	-	98,8	45,5	46,8	111,8	75,4	10,8	21,6
28	140	133	98	35	12,5	20	25	28	-	-	-	106,4	49	50,4	120,4	81,2	12,5	25
32	160	152	112	40	16	25	32	32	-	-	-	121,6	56	57,6	137,6	92,8	16	32
36	180	171	126	45	20	32	40	36	-	-	-	136,8	63	64,8	154,8	104,4	20	40
40	200	190	140	50	25	40	50	40	-	-	-	152	70	72	172	116	25	50
45	225	214	158	57	32	50	63	45	-	-	-	171	78,8	81	193,5	130,5	32	63

Tens. media al car di rott. min.
Grado M (4) N/mm² 400
" S (6) " 630
" T (8) " 800
Saldate elettricamente, normalizzate o bonificate. Materiale, a scelta del produttore. Es. desig.
Catene non calibrate per brache a catena, ecc.
grado M (4), dn = 8:
Catena UNI 9423-8.
grado S (6), dn = 8:
Catena UNI 9424-8.
grado T (8), dn = 8.
Catena UNI 9425-8.
Catene calibrate per paranchi a catena e altre appar. di sollev di grado T (8), dn = 5:
Catena UNI 9467-5.
Gancio di sollev per catene di grado M (4), grandezza 16:
Gancio UNI-ISO 4779-16.
c. s. grado T (8)
Gancio UNI-ISO 7597-16.
Materiale gancio: acciaio da forgiatura normalizz. o bonificato.

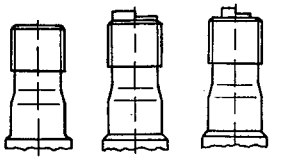
Ganci per apparecchi di sollevamento - Greggi o con gambo filettato



sempl. UNI 9469/1



doppi UNI 9470/1



ganci finiti con gambo filettato
sempl. 006÷5 6÷32 40÷250
doppi 05÷5 6÷32 40÷250

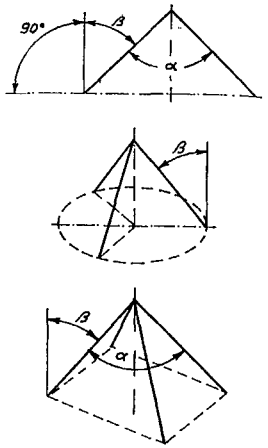
Classe di resist.		M	P	S	T	V	UNI	Portata nom. dei ganci									
Rs o Rp(0,2)		235	315	390	490	620	4969/2	M				M3	M4	M5	M6	M7	M8
Mater d = 14÷36		(1)			(3)	(3)	sempl.	P			M3	M4	M5	M6	M7	M8	
(UNI " 42÷150		o	(2)	(3)		(6)	4970/2	S		M3	M4	M5	M6	M7	M8		
9465) " 170÷375		(2)			(4)	(5)	doppi.	T	M3	M4	M5	M6	M7				
	semplici			doppi			Gambo	V	M3	M4	M5	M6	M7				
N°	d_1	a_1	a_2	l_1	a_1	a_2	f_1	l_1	fil.d*	portate nom. in t (UNI 9465)									
006	14	25	20	100					M 10	,32	,25	,20	,16	,12	,10				
010	16	28	22	109					M 12	,50	,40	,32	,25	,20	,16	,12	,10		
012	16	30	24	115					M 12	,63	,50	,40	,32	,25	,20	,16	,12	,10	
020	20	34	27	138					M 16	1	,80	,63	,50	,40	,32	,25	,20	,16	,12
025	20	36	28	144					M 16	1,2	1	,80	,63	,50	,40	,32	,25	,20	,16
04	24	40	32	155					M 20	2	1,6	1,2	1	,80	,63	,50	,40	,32	,25
05	24	43	34	167	34	27	130	165	M 20	2,5	2	1,6	1,2	1	,80	,63	,50	,40	,32
08	30	48	38	186	38	30	150	183	M 24	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	,80	,63	,50
1	30	50	40	197	40	32	158	195	M 24	5	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	,80	,63
1,6	38	56	45	224	45	36	183	222	M 30	8	6,3	5	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1
2,5	42	63	50	253	50	40	208	250	M 36	12	10	8	6,3	5	4	3,2	2,5	2	1,6
4	48	71	56	285	56	45	238	280	M 42	20	16	12	10	8	6,3	5	4	3,2	2,5
5	53	80	63	318	63	50	266	312	M 45	25	20	16	12	10	8	6,3	5	4	3,2
6	60	90	71	380	71	56	301	375	50x6	32	25	20	16	12	10	8	6,3	5	4
8	67	100	80	418	80	63	337	415	56x6	40	32	25	20	16	12	10	8	6,3	5
10	75	112	90	452	90	71	377	450	64x8	50	40	32	25	20	16	12	10	8	6,3
12	85	125	100	510	100	80	421	510	72x8	63	50	40	32	25	20	16	12	10	8
16	95	140	112	582	112	90	471	580	80x10	80	63	50	40	32	25	20	16	12	10
20	106	160	125	653	125	100	531	650	90x10	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12
25	118	180	140	724	140	112	598	715	100x12	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
32	132	200	160	796	160	125	672	790	110x12	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
40	150	224	180	893	180	140	754	885	125x14	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25
50					200	160	842	965	140x16	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
63					224	180	944	1090	160x18	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40
80					250	200	1062	1235	180x20	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50
100					280	224	1186	1375	200x22	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63
125					315	250	1330	1550	225x24		500	400	320	250	200	160	125	100	80
160					355	280	1505	1745	250x28			500	400	320	250	200	160	125	100
200					400	315	1685	1998	280x32				500	400	320	250	200	160	125
250					450	355	1885	2250	320x36					500	400	320	250	200	160

Esempi di designazione
sempl. Gancio UNI 9469/1-GSN 6-M
doppio: Gancio UNI 9470/1-GL100-M
fil.s. Gancio UNI 9469/2-FS 80-M
fil.d. Gancio UNI 9470/2-FL 20-M
dove: G = greggio, S = fucinato a stampo, L = fuc. liberamente, N = con nasello, F = gambo filettato.
** (N° 6-250) fil. tonda UNI 9471.*
Materiali (1) Fe410D, (2) Fe510D, (3) 35CrMo4, (4) 34NiCrMo6, (5) 30NiCrMo8, (6) 34NiCrMo4.

Brache a catena grado T (8)

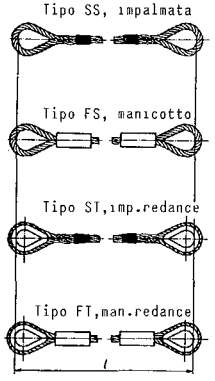
Composte da 1, 2, 3 o 4 tratti assiemate con metodi diversi dalla saldatura, catene di grado T (8) (UNI 9425) Adeguata serie di accessori. Questa norma non si applica a brache: assiemate mediante saldatura; per tratti ineguali a brache senza fine; per applicazioni speciali. Metodo di costruzione, materiale, carichi di prova e di collaudo devono essere conformi alla UNI-ISO 7593.

Catena T(8) d mm	Carico limite di servizio (t) per N° tratti. 1	2: 0°≤α≤90° 0°≤β≤45°	2: 90°<α≤120° 45°<β≤60°	3 o 4: 0°≤α≤90° 0°≤β≤45°	3 o 4: 90°<α≤120° 45°<β≤60°
6	1,1	1,5	1,1	2,3	1,6
7	1,5	2,1	1,5	3,1	2,2
8	2,0	2,8	2,0	4,2	3,0
10	3,2	4,4	3,2	6,7	4,8
13	5,4	7,5	5,4	11,3	8,1
16	8,0	11,2	8,0	16,8	12,0
18	10,0	14,0	10,0	21,0	15,0
19	11,5	16,1	11,5	24,1	17,2
20	12,5	17,5	12,5	26,2	18,7
22	15,5	21,7	15,5	32,5	23,2
23	16,9	23,6	16,9	35,4	25,3
25	20,0	28,0	20,0	42,0	30,0
26	21,6	30,2	21,6	45,3	32,4
28	25,0	35,0	25,0	52,5	37,5
32	32,0	44,8	32,0	67,2	48,0
36	40,0	56,0	40,0	84,0	60,0
40	50,0	70,0	50,0	105,0	75,0
45	63,0	88,2	63,0	132,3	94,5



Brache a funi di acciaio UNI-ISO 7531

Ø Fune	Carico max di utilizzazione (CMU) in t: 1 tratto	2 tratti: α ≤ 90° β ≤ 45°	2 tratti: 90° < α ≤ 120° 45° ≤ β ≤ 60°	3 o 4 tratti: α ≤ 90°* β ≤ 45°	3 o 4 tratti: 90° < α ≤ 120°* 45° < β ≤ 60°
9	0,7	1	0,7	1,5	1
10	0,9	1,25	0,9	1,9	1,3
11	1,1	1,5	1,1	2,3	1,6
12	1,3	1,8	1,3	2,7	1,9
13	1,5	2,1	1,5	3,1	2,2
14	1,8	2,5	1,8	3,8	2,7
16	2,4	3,3	2,4	5,0	3,6
18	3,0	4,2	3,0	6,3	4,5
20	3,7	5,2	3,7	7,8	5,5
22	4,5	6,3	4,5	9,4	6,7
24	5,4	7,5	5,4	11,3	8,1
26	6,3	8,8	6,3	13,2	9,4
28	7,3	10,2	7,3	15,3	10,9
32	9,6	13,4	9,6	20,1	14,4
36	12,1	16,9	12,1	25,4	18,1



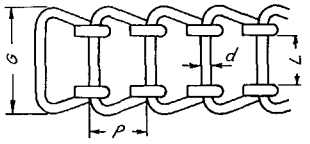
* Non applicabile per brache a 2 tratti. Funi d'acciaio UNI-ISO 2408. Manicotto d'estremità UNI-ISO 8793. Asole impalmate UNI-ISO 8794. Inclinazione tratti brache vedi disegni brache a catene. Segnalare: N° norma, Tipo, N° tratti, lunghezza (m), Ø della fune.

Catene "VAUCANSON" - Catene alta resistenza " KUPLEX"

Ditta VIBI S.p.a. Via S Marco 22
20121 MILANO

Catene Vaucanson

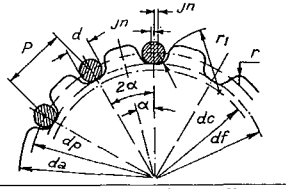
Le maglie di queste catene sono ricavate da un filo piegato di acciaio o di ottone; per particolari applicazioni, di acciaio inossidabile o con dimensioni differenti da quelle in tabella.
Velocità di rotazione e momenti torcenti non troppo elevati.
Usate per proiettori cinematografici, macchine per ufficio, macchine tessili, trasportatori continui molto leggeri, ecc.



Catena N°	P	d	L	G
	mm			
486 VAUC	3,8	0,95	2,0	5,7
400 "	4,8	1	2,8	6,8
401 "	5,8	1	3,2	8,3
420 "	5,9	1	3,8	8,3
402 "	6,0	1	4,0	7,8
403 "	7,0	1	3,6	8,5
404 "	7,2	1,1	5,1	10,2
406 "	7,3	1,2	4,5	10,1
460 "	7,5	1,3	50,0	60,0
405 "	8,3	1,2	4,8	10,0
450 "	8,3	2	4,5	13,0
415 "	8,3	2,5	5,0	15,0
413 "	8,5	2,5	8,0	18,5
407 "	3,8	0,95	2,0	5,7
408 "	9,0	1,8	4,3	12,2
427 "	9,0	2	6,5	15,2
418 "	9,0	2,5	7,5	18,0
409 "	9,8	2	6,2	15,1
483 "	10,5	3	72,0	84,0
417 "	10,6	2	7,1	15,3
416 "	12,0	2	6,5	15,0
430 "	12,2	3,5	12,0	26,0
431 "	12,5	3,7	95,0	109,0
435 "	13,0	3	6,5	19,0
437 "	22,8	4	9,0	26,0

Ruote dentate per catene Vaucanson

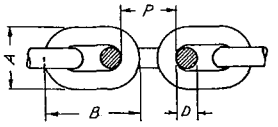
Diametro primitivo $dp = p \quad sen\ \alpha$
Diametro di testa $da = dp + d$
Diametro di piede $df = dp - d$
Angolo $\alpha = 180 \quad z$
Diametro $dc = dp-2(dp:60)$
Gioco jn (minimo compatibile con la tolleranza della catena)
Raggio $r = d \quad 2$
Raggio $r_1 = p - d \quad 2$



Ditta VIBI S.p.a. Via S. Marco 22
20121 MILANO

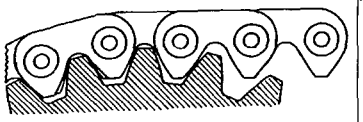
Catene ad alta resistenza Kuplex

Sono prodotte dalla ditta inglese "PARSONS" filiale della "AMERICAN CHAIN e CABLE COMPANY" con acciai al Ni-Cr-Mo-Mn bonificati. Si possono classificare di "grado 80" in quanto assicurano: R = 1280 N/mm² HB 350-430, A 15%. Elevata tenacità e limite di resistenza al piegamento laterale.
Queste caratteristiche le rendono idonee agli impieghi più impegnativi come gli imbragam. a catena.



Cat. N°	D	P	A	B	Carico(t) prov.	Carico(t) rot.	Peso kg/m
	mm						
7K	7	21	24,5	35	3,85	6	1,08
8K	8	24	28	40	5	8	1,41
10K	10	30	35	50	8	12,5	2,2
13K	13	39	45,5	65	13,3	21,5	3,72
16K	16	48	56	80	20,1	32,5	5,64
19K	19	57	66,5	95	28,4	46	7,96
20K	20	60	70	100	31,5	50	9,4
23K	23	69	78,2	115	41,6	67,5	11,6
26K	26	78	91	130	53,1	86	15,5
32K	32	96	112	160	80,4	131	23,6

Catena a denti silenziosa (ANSI B 29.2 - 1957 R 1971)



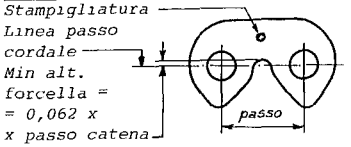
N° della catena	Passo
SC 3 larghezza	3/8" (mm 9,525)
SC 4 in 1/4 di	1/2" (mm 12,7)
SC 5 pollice	5/8" (mm 15,88)
SC 6 "	3/4" (mm 19,05)
SC 8 "	1" (mm 25,4)
SC 10 "	1 1/4" (mm 31,75)
SC 12 "	1 1/2" (mm 38,1)
SC 16 "	2" (mm 50,8)

Stampigliatura	Min alt. forcella
SC 3 oppure 3	0,0232 (mm 0,59)
SC 4 " 4	0,0310 (mm 0,787)
SC 5 " 5	0,0388 (mm 0,986)
SC 6 " 6	0,0465 (mm 1,18)
SC 8 " 8	0,0620 (mm 1,57)
SC 10 " 10	0,0775 (mm 1,97)
SC 12 " 12	0,0930 (mm 2,36)
SC 16 " 16	0,1240 (mm 3,15)

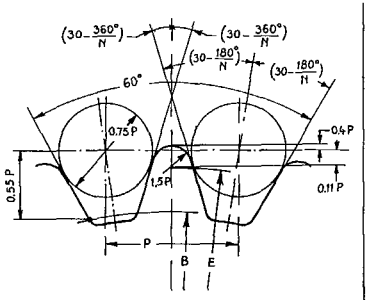
La catena a denti silenziosa consiste in una serie di maglie dentate, alternativamente assemblate l'una all'altra con perni, oppure con una combinazione di giunzioni interne composte, simili ad una guida di snodi articolati tra passi contigui.
I costruttori di queste catene si attengono alla norma ANSI B 29.2-1957, R 1971. Pertanto onde evitare dubbi di identificazione abbiamo lasciato le misure in pollici, sufficienti in fase di progetto. Ulteriori dati, per una corretta applicazione, possono essere richiesti ai fornitori.

Le lettere SC sono il prefisso, uno o due numeri indicano il passo in ottavi di pollice e due o tre numeri indicano la larghezza della catena in quarti di pollice
Esempio: SC 302 designa una catena di passo 3/8 e larghezza 1/2"
SC 1012 indica una catena con passo 1/4 e 3 pollici di larghezza.
Una catena con larghezza eccedente 3 pollici non e consigliata.
Catene con larghezza minore di 3/4 hanno guide di fianco. Catene con larghezza di 3/4 o maggiore, hanno la guida al centro.

Maglia per catena silenziosa



Ruote per catene silenziose



L'estremita del dente puo essere arrotondata oppure troncata.

Forma dei denti

ANSI B 29.2 - R 1971

P = passo catena, N = num. denti
E = dia. centri arrotondamento

B = diametro di base del dente. La forma del dente, al di sotto del Ø di base, non ha importanza che per lo scarico della fresa.

$$E = P\ (\cot g\ \frac{180°}{N} - 0{,}22)$$

$$B = P\sqrt{1{,}515213 + (\cot g\ \frac{180°}{N} - 1{,}1)^2}$$

Dimensioni del mozzo della ruota

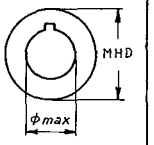
Le dimensioni del mozzo sono importanti quanto a Ø esterno e foro per l'albero. Il max Ø del mozzo e limitato dalla necessita di non interferire con le guide della catena in particolare con ruote con basso N° di denti (17-31)
Formula ANSI per Ø del mozzo(MHD)
MHD = P (cotg 180° N - 1,25),
MHD(denti tagliati a creatore) = = P (cotg 180° N - 1,33)

segue

segue: Catena a denti silenziosa

N	Passo della catena (pollici) 3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
	Ø max foro ruote (pollici)							
17	1	1 3/8	1 3/4	2	2 3/4	3 3/8	4 1/8	5 1/2
19	1 1/4	1 5/8	2	2 3/8	3 1/4	4	4 7/8	6 3/4
21	1 3/8	1 7/8	2 1/4	2 3/4	3 3/4	4 1/2	5 1/2	7 3/4
23	1 5/8	2 1/8	2 5/8	3 1/4	4 3/8	5 1/2	6 1/2	9
25	1 3/4	2 3/8	3	3 5/8	4 3/4	6	7 1/4	10
27	2	2 5/8	3 3/8	3 7/8	5 3/8	6 3/4	8 1/8	11 1/4
29	2 1/8	2 13/16	3 5/8	4 3/8	5 3/4	7 3/8	9 1/8	12 1/2
31	2 5/16	3 1/16	3 7/8	4 5/8	6 3/8	8	9 7/8	13 1/2

Foro max per albero raccomandato



Diametri delle ruote

PD = Ø prim. OD = Ø est. Dp = perno calibro. OPD = mis. sui perni. G = Ø max scanalatura guida. Dp = = 0,625P PD = P·(sen 180°:N) OD (denti arrot.) = P (cotg 180°:N + + 0,08) OD (denti troncati) =

$$= 2\sqrt{X^2 + L^2 - 2XL \cos \alpha} \quad \text{dove:}$$

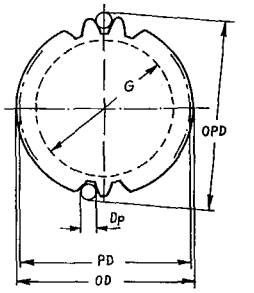
$$X = Y\cos \alpha - \sqrt{(0{,}15P)^2 - (Y\text{sen}\ \alpha)^2}$$

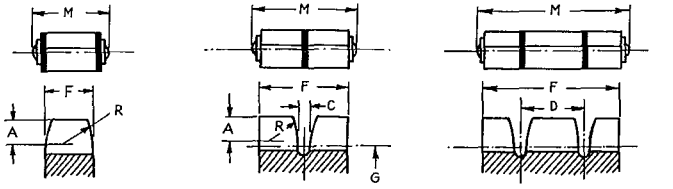
$$Y = P\ (0{,}500 - 0{,}375 \sec \alpha)\text{ctg}\ \alpha + 0{,}11P$$

$$L = Y + E.2\ ,\ \alpha = (30 - 360\ \ N)°$$

OPD (N° denti pari) =
=PD-0,125P csc(30-180:N)°+ 0,625P
OPD(N° denti disp.)=cos 90°:N PD- - 0,125P csc (30-180:N)° + 0,625P

G = P (ctg 180° N - 1,16)
Tolleranze = 0 - 1/32 inch





Guide laterali (GL) Guida centrale (GC) Doppia guida (DG)

Profilo dente e spessore catena. Le guide della catena hanno uguale spess. delle maglie. Il fondo scanalatura delle ruote (tondo o quadro) sara sempre piu profondo del diametro G.

Dimensioni spessore catena e faccia del dente (pollici)

N° catena	P	Tipo	M	A	C *	D *	F *	R *
SC 302	3/8	GL	0,594	,133	-	-	0,41	,20
" 303	"	GC	0,844	"	,100	-	0,75	"
" 304	"	"	1,094	"	"	-	1,00	"
" 305	"	"	1,334	"	"	-	1,25	"
" 306	"	"	1,594	"	"	-	1,50	"
" 307	"	"	1,844	"	"	-	1,75	"
" 308	"	"	2,094	"	"	-	2,00	"
" 309	"	"	2,334	"	"	-	2,25	"
" 310	"	"	2,594	"	"	-	2,50	"
" 311	"	DG	3,094	"	"	1	3,00	"

N° catena	P	Tipo	M	A	C *	D *	F *	R *
SC 316	3/8	DG	4,094	,133	,100	1	4,00	,20
" 320	"	"	5,094	"	"	1	5,00	"
" 324	"	"	6,094	"	"	1	6,00	"
SC 402	1/2	GL	0,750	,133	-	-	0,41	,20
" 403	"	GC	0,875	"	,100	-	0,75	"
" 404	"	"	1,125	"	"	-	1,00	"
" 405	"	"	1,375	"	"	-	1,25	"
" 406	"	"	1,625	"	"	-	1,50	"
" 407	"	"	1,875	"	"	-	1,75	"
" 408	"	"	2,125	"	"	-	2,00	"

segue

segue: Catena a denti silenziosa

N° catena	P	Tipo	M max	A	C *	D *	F *	R *
SC 409	1/2	GC	2,375	,133	,100	–	2,25	,20
" 410	"	"	2,625	"	"	–	2,50	"
" 411	"	"	2,875	"	"	–	2,75	"
" 412	"	"	3,125	"	"	–	3,00	"
" 414	"	"	3,625	"	"	–	3,50	"
" 416	"	DG	4,125	"	"	1	4,00	"
" 420	"	"	5,125	"	"	1	5,00	"
" 424	"	"	6,125	"	"	1	6,00	"
" 432	"	"	8,125	"	"	1	8,00	"
" 504	5/8	GC	1,156	,177	,125	–	1,00	,25
" 505	"	"	1,406	"	"	–	1,25	"
" 506	"	"	1,656	"	"	–	1,50	"
" 507	"	"	1,906	"	"	–	1,75	"
" 508	"	"	2,156	"	"	–	2,00	"
" 510	"	"	2,656	"	"	–	2,50	"
" 512	"	"	3,156	"	"	–	3,00	"
" 516	"	"	4,156	"	"	–	4,00	"
" 520	"	DG	5,156	"	"	2	5,00	"
" 524	"	"	6,156	"	"	2	6,00	"
" 528	"	"	7,156	"	"	2	7,00	"
" 532	"	"	8,156	"	"	2	8,00	"
" 540	"	"	10,156	"	"	2	10,0	"
" 604	3/4	GC	1,187	,274	,180	–	1,00	,36
" 605	"	"	1,437	"	"	–	1,25	"
" 606	"	"	1,687	"	"	–	1,50	"
" 608	"	"	2,187	"	"	–	2,00	"
" 610	"	"	2,687	"	"	–	2,50	"
" 612	"	"	3,187	"	"	–	3,00	"
" 614	"	"	3,687	"	"	–	3,50	"
" 616	"	"	4,187	"	"	–	4,00	"
" 620	"	"	5,187	"	"	–	5,00	"
" 624	"	"	6,187	"	"	–	6,00	"
" 628	"	DG	7,187	"	"	4	7,00	"
" 632	"	"	8,187	"	"	4	8,00	"
" 636	"	"	9,187	"	"	4	9,00	"
" 640	"	"	10,187	"	"	4	10,0	"
" 648	"	"	12,187	"	"	4	12,0	"
" 808	1	GC	2,250	"	"	–	2,00	"
" 810	"	"	2,750	"	"	–	2,50	"
" 812	"	"	3,250	"	"	–	3,00	"
" 816	"	"	4,250	"	"	–	4,00	"
" 820	"	"	5,250	"	"	–	5,00	"
" 824	"	"	6,250	"	"	–	6,00	"
" 828	"	DG	7,250	"	"	4	7,00	"
" 832	"	"	8,250	"	"	4	8,00	"
" 836	"	"	9,250	"	"	4	9,00	"
" 840	"	"	10,250	"	"	4	10,0	"

N° catena	P	Tipo	M max	A	C *	D *	F *	R *
SC 848	1	DG	12,250	,274	,180	4	12	,36
" 856	"	"	14,250	"	"	4	14	"
" 864	"	"	16,250	"	"	4	16	"
" 1010	11/4	GC	2,812	"	"	–	2,5	"
" 1012	"	"	3,312	"	"	–	3	"
" 1016	"	"	4,312	"	"	–	4	"
" 1020	"	"	5,312	"	"	–	5	"
" 1024	"	"	6,312	"	"	–	6	"
" 1028	"	"	7,312	"	"	–	7	"
" 1032	"	DG	8,312	"	"	4	8	"
" 1036	"	"	9,312	"	"	4	9	"
" 1040	"	"	10,312	"	"	4	10	"
" 1048	"	"	12,312	"	"	4	12	"
" 1056	"	"	14,312	"	"	4	14	"
" 1064	"	"	16,312	"	"	4	16	"
" 1072	"	"	18,312	"	"	4	18	"
" 1080	"	"	20,312	"	"	4	20	"
" 1212	11/2	GC	3,375	"	"	–	3	"
" 1216	"	"	4,375	"	"	–	4	"
" 1220	"	"	5,375	"	"	–	5	"
" 1224	"	"	6,375	"	"	–	6	"
" 1228	"	"	7,375	"	"	4	7	"
" 1232	"	DG	8,375	"	"	4	8	"
" 1236	"	"	9,375	"	"	4	9	"
" 1240	"	"	10,375	"	"	4	10	"
" 1248	"	"	12,375	"	"	4	12	"
" 1256	"	"	14,375	"	"	4	14	"
" 1264	"	"	16,375	"	"	4	16	"
" 1272	"	"	18,375	"	"	4	18	"
" 1280	"	"	20,375	"	"	4	20	"
" 1288	"	"	22,375	"	"	4	22	"
" 1296	"	"	24,375	"	"	4	24	"
" 1616	2	GC	4,500	"	,218	–	4	"
" 1620	"	"	5,500	"	"	–	5	"
" 1624	"	"	6,500	"	"	–	6	"
" 1628	"	"	7,500	"	"	–	7	"
" 1632	"	DG	8,500	"	"	4	8	"
" 1640	"	"	10,500	"	"	4	10	"
" 1648	"	"	12,500	"	"	4	12	"
" 1656	"	"	14,500	"	"	4	14	"
" 1664	"	"	16,500	"	"	4	16	"
" 1672	"	"	18,500	"	"	4	18	"
" 1680	"	"	20,500	"	"	4	20	"
" 1688	"	"	22,500	"	"	4	22	"
" 1696	"	"	24,500	"	"	4	24	"
" 16120	"	"	30,500	"	"	4	30	"
–	–	–	–	–	–	–	–	–

** Tolleranze*
su C = ± 0,005
su D = ± 0,010
su F = + 0,125 – 0,000
su R = ± 0,003

Interasse minimo
(in pollici)
in relazione al passo (P)

P	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2
I	6	9	12	15	21	27	33

segue

segue: Catena a denti silenziosa

Sistema di identificazione di una trasmissione SC:
N° catena
404

numero di 1/8" del passo 4/8" o 1/2" — *numero di 1/4" in larghezza 4/4" o 1"*

Combinaz. ruote — *Lungh. catena*
1976 — *108*

numero denti pignone — *numero denti ruota* — *numero dei passi della catena*

Indica una trasmissione con catena, passo 1/2", larghezza 1", pignone 19 denti, ruota condotta 76 denti, lunghezza catena 54"

Scelta per una trasmissione

Motore 1725 giri/min, Macchina 431 giri/min, Rapporto 4, Catena passo 1/2", Larghezza 1", lunghezza 180 passi = 54", Inter.14,405"
Pignone: denti 19, Ø prim. 3,038" mozzo Ø 2 5/16", larghezza 2 1/8" foro del mozzo 1 1/8"
Ruota: denti 76, Ø prim. 12,099" mozzo 1 5/8", larghezza 1 1/2", Taper Look N° 1615.

Rapporto massimo

Il rapporto max permissibile tra conducente e condotta sara 6-7.1 fino a 10:1. La conduttrice non e consigliabile con meno di 17 denti, quella condotta con piu di 127 denti (ruote con meno di 100 denti sono preferibili) Le ruote non dovrebbero superare la velocita di 1200-1400 feet/min.

Capacita in kW per trasmissioni con catene silenziose

Le valutazioni date in tabella sono stabilite per una durata approssimativa di 20000 ore, per ottime condizioni di funzionamento, lavoro uniforme, lievi urti e variazioni di carico, durante un giro completo della ruota condotta. Dette valutazioni si possono usare come base. Per condizioni diverse, i valori devono essere convenientemente corretti.

- Fattori di servizio -

Carico	funz.giornal.	10h	24h
uniforme		1	1,3
urti moder.		1,4	1,7
urti forti		1,7	2

pollice di larghezza: =

$$= \frac{\text{valori di tabella}}{\text{fattore di servizio}}$$

Larghezza della catena per capacita totale in kW data =

$$= \frac{\text{kW x fattore di servizio}}{\text{valori per pollice in tab.}}$$

Lubrificazione - Le valutazioni in kW sono divise in 3 sezioni dalla linea grossa a zig-zag. Per trasmissioni della 1a sez. bagno o spruzzo d'olio oppure oliatura a pennello. 2a sezione: lubrific. a disco o pompa di circolazione. 3a sezione: consultare il fabbricante per il miglior tipo di lubrificazione.

Capacita in kW delle catene per

Passo 3/8"-kW per poll. di largh. catena

• (n)	Giri/min ruota piccola x 100: 1	5	10	18	25	30	40	50	60
17*	,34	1,6	3,4	4,8	5,9	6,3	6,6	–	–
19*	,40	1,9	3,6	5,6	6,8	7,4	8,2	7,3	–
21	,43	2,1	3,8	6,2	7,5	8,2	8,9	8,9	7,5
23	,47	2,2	4,2	6,9	8,9	9,7	10	10	8,9
25	,51	2,5	4,5	7,5	9,7	10	11	11	10
27	,55	2,6	5,1	8,2	10	11	13	13	12
29	,60	2,8	5,4	8,9	11	12	14	14	13
31	,63	3,1	5,8	9,7	12	13	15	15	14
33	,67	3,3	6,2	10	13	14	16	16	15
35	,72	3,4	6,7	11	14	15	17	17	16
37	,75	3,7	6,8	11	15	16	18	18	–
40	,82	4	7,5	12	16	18	19	19	–
45	,97	4,5	8,2	14	18	19	22	–	–
50	1	4,9	9,7	15	19	22	–	–	–
	sezione 1a		2a	sezione 3a					

Passo 1/2"-kW per poll. di largh. catena

• (n)	Giri/min ruota piccola x 100: 1	5	7	10	12	18	20	25	30	40
17*	,62	2,8	3,7	4,7	5,6	7,5	8,2	8,2	8,2	–
19*	,69	2,8	3,7	5,6	6,6	8,2	9,7	10	10	–
21	,75	3,7	4,7	6,6	7,5	10	10	11	12	–
23	,82	3,7	5,6	7,5	8,2	11	12	13	14	13
25	,89	3,7	5,6	7,5	9,7	12	13	15	16	15
27	,97	4,7	6,6	8,2	9,7	13	14	16	18	17
29	1	4,7	6,6	9,7	10	14	16	18	19	19
31	1,1	5,6	7,5	9,7	11	16	17	19	21	21
33	1,2	5,6	7,5	10	12	17	18	21	22	22
35	1,3	5,6	8,2	11	13	18	19	22	23	22
37	1,4	6,6	8,2	12	14	19	19	22	25	–
40	1,5	6,6	9,7	13	15	21	22	25	26	–
45	1,9	7,5	10	14	17	22	22	27	29	–
50	1,9	8,2	11	16	19	25	27	30	–	–
	sez.1a		sezione 2a				sezione 3a			

segue

Catena a denti silenziosa (segue: Capacita in kW)

Passo 5/8"-kW per pollice di largh. cat.

(n)•	Giri/min ruota piccola x 100									
	1	5	7	10	12	18	20	25	30	35
17*	0,97	4,7	5,6	7,5	8,2	10	11	10	–	–
19*	1	4,7	6,6	10	10	12	13	13	–	–
21	1,2	5,6	7,5	10	11	14	15	15	15	–
23	1,3	5,6	8,2	11	12	16	17	18	17	–
25	1,4	6,6	8,2	12	14	18	19	19	19	18
27	1,5	7,5	10	13	15	19	21	22	22	19
29	1,6	7,5	10	14	16	21	22	23	23	22
31	1,8	8,2	11	15	17	22	23	25	25	23
33	1,9	8,2	12	16	19	25	25	27	27	25
35	1,9	10	12	17	19	25	27	29	29	26
37	2,1	10	13	18	21	27	29	32	31	–
40	2,2	10	14	19	22	29	31	33	–	–
45	2,5	12	16	22	25	33	34	–	–	–
50	2,8	13	18	25	28	36	37	–	–	–
	1a sez.		2a sez.		3a sez.					

Passo 3/4"-kW per pollice di largh. cat.

(n)•	Giri/min ruota piccola x 100								
	1	5	7	10	12	15	18	20	25
17*	1,4	6	8,2	10	11	12	13	13	–
19*	1,5	6,9	10	11	13	15	16	16	–
21	1,7	7,5	10	13	15	17	18	19	18
23	1,9	8,2	11	15	17	19	21	21	21
25	2,1	10	12	16	19	22	23	23	22
27	2,2	10	13	18	21	23	25	26	26
29	2,3	11	15	19	22	25	27	28	28
31	2,5	11	16	21	23	27	30	31	31
33	2,7	12	17	22	25	29	32	33	33
35	2,8	13	18	23	27	31	34	34	34
37	3	14	19	25	29	33	36	37	37
40	3,3	15	21	27	31	36	38	40	40
45	3,7	17	22	30	34	40	42	43	–
50	4	19	25	34	38	43	45	–	–
	1a sez.		2a sez.		3a sez.				

Passo 1" - kW per pollice di largh. cat.

(n)•	Giri/min ruota piccola x 100									
	1	2	3	4	5	7	10	12	15	18	20
17*	2,8	4,7	6,6	8,2	10	13	16	17	–	–	–
19*	2,8	5,6	7,5	10	11	15	19	19	21	–	–
21	2,8	5,6	8,2	11	13	17	22	23	25	25	–
23	2,8	6,6	10	12	14	19	23	26	28	28	–
25	3,7	6,6	10	13	16	21	26	29	31	31	31
27	3,7	7,5	11	14	18	22	29	32	34	34	34
29	3,7	8,2	12	15	19	25	31	34	37	38	37
31	4,7	8,2	12	17	21	26	34	37	40	41	40
33	4,7	10	13	18	22	28	37	40	44	44	43
35	4,7	10	14	19	22	30	38	42	45	50	45
37	5	10	15	19	25	32	40	45	48	49	–
40	5,6	11	17	22	26	34	44	48	52	–	–
45	6,6	12	19	23	29	38	48	53	57	–	–
50	7,5	14	21	26	32	42	53	58	–	–	–
	1a sez.			2a sez.			3a sez.				

Passo 11/4"-kW per pollice di largh. cat.

(n)•	Giri/min ruota piccola x 100										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
19*	4,2	7,5	11	15	18	19	22	23	25	26	–
21	4,7	8,2	13	17	19	22	25	27	30	31	–
23	5,1	10	14	18	22	25	27	30	34	34	34
25	5,6	10	15	19	23	27	30	33	37	40	40
27	6	11	17	22	26	30	33	37	40	43	43
29	6,4	12	18	23	28	32	36	40	44	47	48
31	6,9	13	19	25	30	34	38	42	48	51	51
33	7,4	14	21	26	32	37	41	45	51	54	55
35	8,2	15	22	28	34	40	44	48	54	58	58
37	8,2	16	22	30	36	41	50	51	57	60	–
40	8,9	18	25	33	40	45	51	55	62	66	–
45	10	19	28	37	44	51	56	60	68	–	–
50	11	22	32	40	48	55	62	67	75	–	–
	1a sez.			2a sez.			3a sez.				

Passo 11/2"-kW per pollice di largh. cat.

(n)•	Giri/min ruota piccola x 100										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
19*	6	11	16	21	23	26	29	30	31	32	–
21	6,6	12	18	22	27	30	33	34	37	37	–
23	7,5	14	18	25	30	34	37	40	41	42	41
25	7,5	15	22	28	33	37	41	44	45	48	48
27	8,2	17	23	30	36	40	45	48	51	52	52
29	10	18	25	33	38	44	48	52	55	56	57
31	10	19	27	34	41	48	52	56	59	60	62
33	10	21	29	37	44	51	56	60	63	66	66
35	11	22	31	40	47	53	59	63	67	69	70
37	12	22	33	44	49	57	63	67	72	74	–
40	13	25	36	49	54	62	67	73	78	–	–
45	14	28	40	51	60	69	75	81	84	–	–
50	16	31	44	56	66	75	83	88	–	–	–
	1a s.		2a s.		3a sezione						

Passo 2" - kW per pollice di largh. cat.

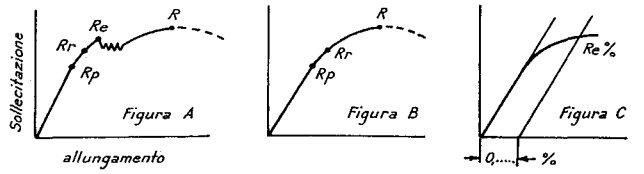
(n)•	Giri/min ruota piccola x 100								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
19*	10	19	27	33	37	40	42	–	–
21	12	22	30	37	40	50	48	–	–
23	13	25	34	41	48	52	55	56	–
25	13	26	37	45	52	58	62	63	63
27	15	28	40	49	58	63	68	70	70
29	16	31	43	54	63	69	74	77	77
31	17	33	47	58	67	75	79	82	82
33	19	34	49	62	72	79	85	88	88
35	19	37	53	66	77	85	90	93	93
37	21	40	56	69	82	92	95	98	–
40	22	43	60	75	88	96	103	105	–
45	25	48	67	84	98	107	113	–	–
50	28	53	75	93	107	116	–	–	–
	1a	2a s.		3a sezione					

(•) = Numero denti ruota piccola.
(*) Per ottenere migliori risultati la ruota più piccola dovrebbe avere almeno 21 denti.

Sezione F

RESISTENZA MATERIALI

Proprieta meccaniche dei materiali



Limite proporzionale (Rp)
E' il punto, sulla curva, dal quale essa comincia a deviare dalla proporzionalita.
Limite elastico (Rr)
E' la max sollecitazione al quale puo essere sottoposto il materiale, al limite in cui esso ritorna alla sua lunghezza originale, se liberato del carico. Un materiale e sollecitato entro la zona elastica quando il carico di lavoro non supera il limite elastico e sollecitato nella zona plastica quando supera questo limite. Il Rr dell'acciaio ha, in ogno caso lo stesso valore del suo Rp.
Punto di snervamento (Re)
E' il punto sulla curva, nel quale caso, la resistenza allo snervamento e il punto corrispondente ad un allungamento percentuale stabilito che, usualmente e 0,1-0,2 della dimensione originale.
Sollecitazione finale (R)
E' il max valore di sollecitazione ottenibile.
Moduli di elasticita (E - G)
E'il rapporto sollec.-allung. del materiale entro il Rr in tensione o compr. (E) o in torsione (G)
Rapporto di Poisson (m)
E'il rapporto tra sforzo laterale e sforzo longit. di un dato materiale soggetto a sforzo uniforme longit. entro il Rr. Il termine e ottenuto da una equaz. associata con la resistenza del materiale.

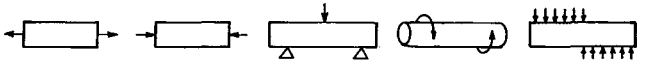
Valori di m per alcuni materiali

acc. dolce	3,30	alluminio	2,99	bronz.fosf	2,87	inconel	3,45	rame	2,94
" alto t.c.	3,39	all.getti	3,03	ferro	3,48	magnesio	2,86	rame berrill.	3,51
" al Ni	3,44	alpacca	3,11	ghisa gr	4,74	monel	3,13	vetro	4,00
" in getti	3,77	avional	2,67	gomma	2,00	ottone	2,94	zinco	3,02

le si ha un'incremento subitaneo in allungamento senza un incremento corrispondente della sollecitazione. Non tutti i materiali hanno il punto di snervamento. (Fig.B)
Resistenza allo snervamento (Re%)
E' la max sollecitazione applicabile, senza che il materiale subisca deformazioni permanenti, ed il valore di sollecitazione al limite statico. Se il materiale e sprovvisto di una definita zona elastica, la resistenza di snervamento e determinata con un metodo equivalente come in Fig. C. In ta

Sollecit. semplici - Generalita
Un carico P che tende a deformare un corpo costituito da materiale omogeneo ed isotropo (stesse proprieta fisiche in ciascun punto e stesse caratteristiche di elasticita in tutte le direzioni)puo essere di. estensione,compressione, flessione, torsione, recisione.
Calcolo del valore del carico al limite di sicurezza
Il valore del carico ammissibile che puo sopportare un corpo, senza subire deformazioni permanenti non deve superare il limite

Estensione Compressione Flessione Torsione Recisione



segue

segue: Sollecitazioni semplici

di sicurezza che nelle tabelle sperimentalmente determinate, e espresso in N/mm² Il carico di sicurezza (k) e una frazione dei carichi di snerv (Re) nei materiali duttili, e di rottura (r), nei materiali fragili. La sua entita varia con la qualita dei materiale, col genere di sollecit., dalle condizioni operative e dalla geometria del soggetto. La sollecitaz. puo essere a sua volta:
a) costante (perman. e invariab.)
b) variab. da un minimo (che puo essere anche zero) ad un max (sempre diretto nello stesso senso)
c) oscillante, variabile da un max positivo ad un max negativo (che possono essere uguali in valore assoluto) Una buona conoscenza di questi componenti dipende dall'esperienza e dall'accuratezza dei calcoli, permette al progettista di operare una giusta scelta di k, tra quello piu alto che unisce alla economicita, la leggerezza della struttura e quello piu basso che offre un necessario margine di sicurezza da tener presente, contro gli imprevisti che, in lavori complessi sono sempre possibili.
Carichi di sicurezza
I k della tabella sono derivati dalla formula: Ks = R fs dove: per sollecit. e condiz. operative normali fs = 1,5÷2 per materiali aventi alte caratt. mecc. 2÷2,5 per materiali aventi ordinarie caratt. mecc. 2,5-3 per materiali fragili con basse caratt. meccan. 3÷4 quando sollecit. e condiz. operative non sono favorevoli per materiali attendibili o dove sollecit. e condiz. operative sono normali ma non attendib. la qualita del materiale. Con i valori di Rs o R riportati dalle "norme" e nel capitolo Design. mater., si possono calcolare, in modo analogico i carichi di sicurezza dei materiali non compresi in tabella

Carichi di sicurezza ammissibili (N/mm²)

Relativi alla qualità del materiale, al genere e modo di sollecitazione e, quando indicato, alla forma della sezione del soggetto.

Materiali			materiali duttili				materiali fragili		
			acciaio da cost. Fe 360	acciaio da bon. C 30	acciaio da fus. Fe G 450	avional P-AlCu4,4 SiMnMg7 N	ghisa grig.G15 mass. 30	ghisa grig. G25 mass. 30	silumin G - Al Si 13 Gc
Resist. traz. R min			360	590	450	345	150	245	177
Limite snerv. Re min			255	325	230	240	-	-	88
Resist. a fless. min			-	-	-	-	280	450	-
Modulo elastico E			206845	206845	206845	72500	77145	108120	74500
Mod. elast. tang. G			79371	79864	81741	26373	31853	44642	28000
Carichi di sicurezza	Estensione ke	a	100-150	150-225	100-150	110-155	35-45	65-85	30-50
		b	65-95	95-145	65-95	50-70	25-35	50-65	15-25
		c	45-70	70-100	45-70	35-55	20-30	35-50	15-20
	Compressione kc	a	100-150	150-225	110-165	110-155	85-115	155-210	40-60
		b	65-95	95-145	70-105	50-70	55-75	100-130	20-25
		c	45-70	70-100	45-70	35-55	20-30	35-50	15-20
	Flessione kf	a	110-165	160-235	110-165	120-170	50-70*	100-130*	35-50
		b	70-105	105-160	70-105	50-70	35-50*	65-90 *	20-35
		c	50-75	75-110	50-75	35-55	25-35*	40-60 *	15-20
	Torsione kt	a	65-95	90-135	65-95	65-95	40-55◆	75-100◆	25-35
		b	40-60	60-90	40-60	30-45	30-40◆	55-75 ◆	15-25
		c	30-45	40-65	30-45	20-30	20-30◆	35-50 ◆	10-15

Usare i valori di a: per sollecitazioni costanti. b: variabili, c: oscillanti. * valori validi per sezioni rettangolari, per sezioni circolari + 30%;per sezioni a I. -20%. Valori con ◆ validi per

segue

segue: Carichi di sicurezza ammissibili

sezioni circolari lavorate; se non lavorate: - 0÷20%, sezioni ellittiche: + 0÷25%, sezioni quadrate: + 40%, sezioni rettangolari. + 40÷60%. Usare i valori maggiori per elementi semplici e lisci con superfici accuratamente lavorate, effetti di intaglio evitati (vedi Organi meccanici, relazione forma sollecitazione) Usare i valori minori in tutti gli altri casi e dove le condizioni di sollecit. non sono determinabili con sufficiente precisione.

Sollecitazioni concentrate

Le sollecit. concentr. sono relative al genere di sollecit. e all'indice di sensibilita del materiale rispetto alla geometria del soggetto quando questo e necessariamente raccordato, intagliato, forato, ecc. Per condizioni operative si intende per esempio: carichi sopportati nel modo piu sfavorevole, oppure temperat. ambiente in cui si opera (diversa da 20°C) Se trattasi di materiali di impianti frigoriferi oppure per forni, caldaie, recipienti a pressione, i carichi di sicurezza, sono di regola, indicati nelle norme dei materiali relativi.

Fattori di sollecitazione concentrata relativi alla geometria del soggetto

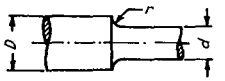
Stabilito k = fattore di sollec. concentr , q = indice di sensib. del mater , kn = fattore di sollecit. nominale, in funzione della geometria del soggetto. Allora:

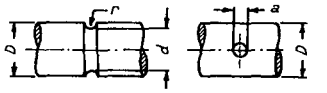
$$k = 1 + q\ (kn - 1)$$

- Sollecitazioni costanti - materiali. (esempi)

duttili e ghisa	$q = 0$
fragili (acc. temp.)	$q = 0,15$
molto frag. (fusioni)	$q = 0,25$
- Sollecitaz. bruscam. applicate-	
duttili.	$q = 0,4 - 0,5$
ghisa	$q = 0,5$
fragili	$q = 1$

— Fattori kn —





	D/d	r/d ,025	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Tensione	1,01	1,53	1,38	1,24	1,18	1,16	1,15	1,14
	1,05	2,05	1,72	1,47	1,37	1,32	1,28	1,15
	1,10	2,15	1,85	1,57	1,44	1,37	1,32	1,28
	1,20	2,35	2,11	1,70	1,54	1,45	1,38	1,34
	1,50	-	2,37	1,89	1,68	1,57	1,49	1,45
	2,00	-	2,50	2,00	1,78	1,65	1,55	1,48
Torsione	1,09	1,48	1,28	1,17	1,30	1,10	1,09	1,08
	1,20	1,90	1,59	1,34	1,23	1,17	1,15	1,13
	1,33	2,05	1,69	1,41	1,29	1,23	1,19	1,16
	2,00	2,18	1,75	1,45	1,33	1,26	1,22	1,19
Flessione	1,01	1,78	1,55	1,35	1,25	1,20	1,16	1,15
	1,05	2,08	1,75	1,54	1,42	1,34	1,28	1,25
	1,20	2,35	1,95	1,64	1,48	1,38	1,32	1,27
	1,50	2,50	2,05	1,69	1,53	1,43	1,35	1,29
	3,00	-	2,27	1,80	1,59	1,47	1,38	1,32
	6,00	-	2,40	1,87	1,62	1,49	1,40	1,34

	D/d	r/d ,025	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Flessione	1,01	1,85	1,58	1,42	1,32	1,26	1,23	1,20
	1,05	2,50	2,05	1,70	1,56	1,46	1,38	1,33
	1,10	-	2,25	1,80	1,62	1,50	1,42	1,35
	1,50	-	2,48	1,98	1,72	1,58	1,48	1,40
	∞	-	2,50	2,00	1,75	1,60	1,50	1,42
Torsione	1,01	1,43	1,29	1,20	1,16	1,14	1,13	1,12
	1,05	1,78	1,43	1,35	1,27	1,22	1,19	1,17
	1,20	2,12	1,73	1,47	1,35	1,28	1,25	1,12
	2,00	2,23	1,79	1,50	1,38	1,30	1,27	1,24
	∞	2,30	1,84	1,53	1,40	1,32	1,28	1,26
	a/D	,025	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Tors		3,45	3,19	2,90	2,78	2,70	2,65	2,63
Fles		2,64	2,45	2,26	2,13	2,04	1,96	1,90

Vedi. Relaz. forma-sollec. per ridurre le sollecit. concentrate, e Acciai tipizzati, nel capitolo Designazione materiali per aumentare, tramite i trattamenti, la resistenza dei materiali.

segue

Moduli di elasticita dei materiali

*Moduli di elasticita normale E e tangenziale G * in N/mm²*

Acciai	206845
Acciai inossidabili	193000-200000
Alluminio e sue leghe da lav. pl.	(1)
Bronzi binari da lav. plast.	(1)
Bronzi binari Sn-ZN-Pb, getti	88260
Cupralluminio da lav. plast.	(1)
Cupralluminio per getti	107870
Cupronickel da lavoraz. plast.	(1)
Ferro	196130
Ferro armco	205940
Ghisa grigia	(1)
Ghisa malleabile bianca	166710
Ghisa malleabile nera	156910
Ghisa non legata per usi automobilistici	(1)
Ghisa a grafite sferoidale	164750
Ghisa al nickel	165730-179460
Ghisa austenitica	(1)
Inconel da lavoraz. plast.	213740
Inconel per getti	158580
Leghe al Mg, lav. plast. e getti	(1)
Leghe di alluminio per getti	(1)
Leghe al nichel per getti	127490
Leghe di zinco per getti	98070
Metalli bianchi antifrizione	49030
Metalli bianchi antifr al Pb	29420
Monel da lavoraz. plastica	179265
Monel per getti	131000
Nickel da lavoraz. plastica	206845
Nickel per getti	148235
Ottone bin.Pb, spec. lav. plast.	(1)
Ottone binario per getti	88260
Ottone speciale per getti	98060
Rame	117680
Stagno	39230
Vetro	68650
Zinco	83360

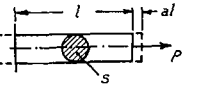
(1) Vedi le relative normazioni nel capitolo Designazione materiali.

* Moduli di elasticita tangenziale G

$$G = \frac{m}{2(m+1)} E$$

dove m = rapporto di Poisson valori nella prima pagina di questo capitolo).

Resistenza alla estensione



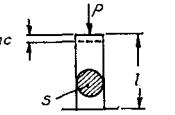
P = ke s; s = P:ke; al = Pl:Es

Si ha uno sforzo di estensione quando le forze (P), agenti su una data sezione (s) di una struttura (dirette secondo il suo asse), tendono a provocarne l'allungamento (al) Entro il limite di elasticita, l'allungamento e proporzionale alla sollecitazione e la contrazione della sezione e trascurabile. Equazione di stabilita alla estensione (Se)

$$Se = P \quad s \leq ke$$

Esempio - Un tirante in filo d'acciaio Fe 360, lungo 3000 mm deve resistere ad una sollecitazione costante di estensione di 14710 N s = P:ke = 14710:130 = 113,15 mm = = 12 mm ∅;
al = Pl:Es = 14710 3000 206845 113,15 = 1,88 mm.

Resistenza alla compressione



P = kc s; s = P:kc; ac = Pl:ES
Si ha uno sforzo di compr quando le forze (P) agenti su una data sez. (s) di una struttura (dirette secondo il suo asse) tendono a provocarne l'accorciam. (ac) Entro il limite di elast., ac e proporz. alla sollec. e l'ingrossam. della sez. e trascurabile. Nota: la lungh. (l) del corpo sollecit. non deve essere > 10 volte la minima dimens. trasvers., altrimenti sarebbe caricato di punta.
Equazione di stabilita alla compressione (Sc)

$$Sc = P \quad s \leq kc$$

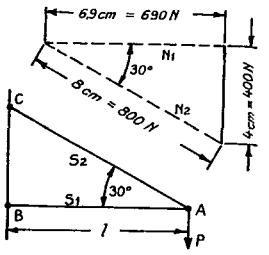
Esempio: Quale carico variabile puo sopportare con sicurezza un basamento di ghisa W35-04, alto 250 mm, e superficie di 1250 mm.
P = kc.s = 132·1250 = 165000 N.
ac = Pl:Es = 165000 · 250:166710· ·1250 = 0,198 mm.

segue

segue: Estensione - Compressione

Esempio di calcolo di una mensola

Calcolo delle sezioni S_1 e S_2 delle aste di acciaio (Fe 360) AB e AC destinate a sostenere un carico variabile P = 400 N. La forza P va decomposta nelle direzioni delle aste AB e AC che risultano:
N = - 690 N (sollec. di compr.)
N = 800 N (sollec. di estens.)
Assumendo $ke = kc = k = 65\ N/mm^2$ avremo: $S = N : k = 690:65 = 10,6\ mm^2$ di sezione. $S_2 = N_2 = 800:65 = 12,3\ mm^2$ di sezione. Controllo rapporto l/dimens. trasv S_1 $l = 69\ mm$; $\emptyset\ S_1 = 3,7\ mm$; $69:3,7 <$ di 21,8. In caso contrario avremmo dovuto aumentare la sezione S_1



Resistenza alla flessione

Momento d'inerzia

Il momento d'inerzia I (mm^4) di una sezione, rispetto al suo asse e la somma dei prodotti dei singoli elementi della sezione, per il quadrato della loro distanza dall'asse considerato.

Momento resistente

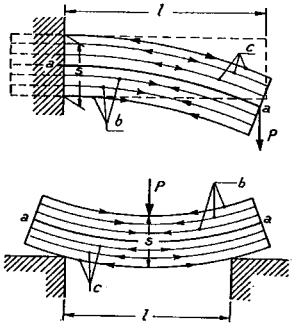
Il momento resistente W (mm^3) é uguale a: W = I/z dove z e la distanza dalla fibra più lontana dall'asse neutro.

Momento flettente

Il momento flettente Mf é il prodotto della intensita dello sforzo P, agente perpendicolarmente all'asse neutro per il braccio l. Nella parte convessa della trave, le fibre subiscono una estensione (Se), nella parte concava sono compresse (Sc) mentre alcune, conservano la loro lunghezza iniziale e quindi non sono sollecitate da nessuna forza. Queste fibre sono disposte sull'asse neutro.

- Equazione di stabilita -

Per sezioni simmetriche rispetto all'asse neutro: $Se = Mf:W \leq ke$; $Sc = Mf\ W \leq kc$. Quando ke = kc (per es. nell'acciaio) allora: $Sf = Mf:W \leq kf$. La resistenza del materiale alla flessione e proporzionale al quadrato della distanza dall'asse neutro. Sono pertanto preferibili solidi a sezione I ⊏ O ecc. nei quali il materiale resistente é portato il piu lontano possibile dall'asse neutro.



Momento flettente

$Mf = l \cdot P$

a - a = asse neutro che non subisce variazioni.
b = strati soggetti a compressione.
c = strati soggetti a estensione.
S = sezione pericolosa.

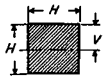
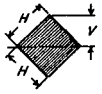
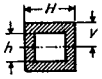
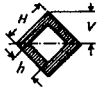
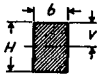
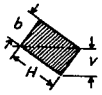
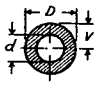
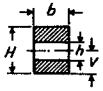
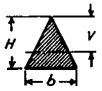
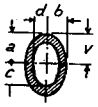
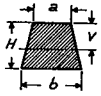
Momento flettente

$Mf = \frac{l \cdot P}{4}$

segue

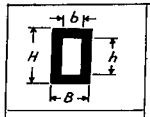
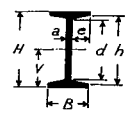
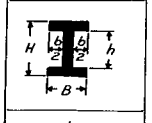
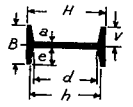
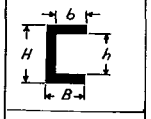
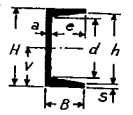
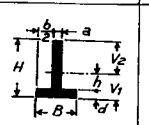
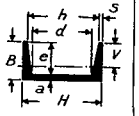
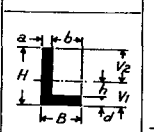
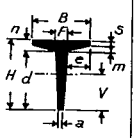
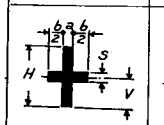
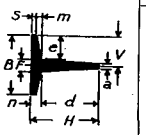
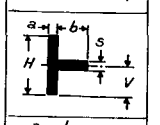
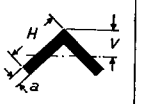
Momento d'inerzia I. Modulo di resistenza W. Raggio d'inerzia i.

v = distanza dal centro di gravita - A = area

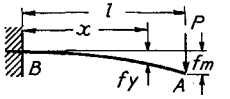
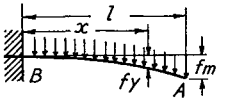
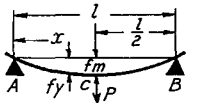
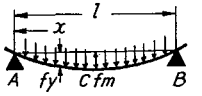
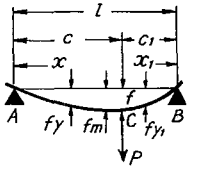
	$I = H^4:12$ $W = H^3:6$ $i = 0,289\ H$ $v = 0,5\ H$		$I = 0,06\ H^4$ $W = 0,12\ H^3$ $i = 0,264\ H$ $v = 0,5\ H$
	$I = H^4:12$ $W = H^3\ (6\sqrt{2})$ $i = 0,289\ H$ $v = 0,7071\ H$		$I = 0,06\ H^4$ $W = 0,104\ H^3$ $i = 0,264\ H$ $v = 0,577\ H$
	$I = (H^4-h^4).12$ $W = (H^4-h^4) \cdot 6\ H$ $i = \sqrt{(H^2+h^2).12}$ $v = 0,5\ H$		$I = 0,055\ H^4$ $W = 0,109\ H^3$ $i = 0,257\ H$ $v = 0,5\ H$
	$I = (H^4-h^4).12$ $W = 2(H^4-h^4).12\ H$ $i = \sqrt{(H^2+h^2).12}$ $v = 0,7071\ H$		$I = 0,0491\ D^4$ $W = 0,0982\ D^3$ $i = D\ \ 4$ $v = 0,5\ D$
	$I = (bH^3).12$ $W = (bH^2):6$ $i = 0,289\ H$ $v = 0,5\ H$		$I = 0,007\ d^4$ $W = 0,024\ d^3$ $i = 0,132\ d$ $v = 0,288\ d$
	$I = (b^3H^3):6(b^2+H^2)$ $W = (b^2H^2):6\sqrt{b^2+H^2}$ $i = (bH) \cdot \sqrt{6(b^2+H^2)}$ $v = (bH) \cdot \sqrt{b^2+H^2}$		$I = 0,0491(D^4-d^4)$ $W = 0,0982(D^4-d^4):D$ $i = \sqrt{(D^2+d^2) \cdot 4}$ $v = 0,5\ D$
	$I = (b:12)(H^3-h^3)$ $W = (b:6)[(H^3-h^3):H]$ $i = \sqrt{I:A}$ $v = 0,5\ H$		$I = 0,7854\ a^3b$ $W = 0,7854\ a^2b$ $i = a\ \ 2$ $v = a$
	$I = (bH^3).36$ $W = (bH^2).24$ $i = 0,236\ H$ $v = (2:3)\ H$		$I = 0,7854(a^3b-c^3d)$ $W = 0,7854\ \frac{a^3b-c^3d}{a}$ $i = 0,5\sqrt{\frac{a^3b-c^3d}{ab-cd}}$ $v = a$
	$I = \frac{H^3(a^3+4ab+b^2)}{36(a+b)}$ $W = \frac{H^2(a^2+4ab+b^2)}{12(a+2b)}$ $i = \sqrt{\frac{H^2(a^2+4ab+b^2}{18(a+b)^2}}$ $v = \frac{H(a+2b)}{3(a+b)}$		$I = 0,1098(R^4-r^4) - \frac{-0,238R^2r^2(R-r)}{R+r}$ $W = \frac{I}{v}$ $i = \sqrt{I:A}$ $v = 0,424\ \frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}$

segue

segue: Momento d'inerzia I, Modulo di resist. W, Raggio d'inerzia i

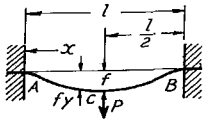
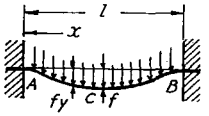
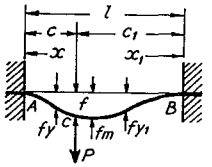
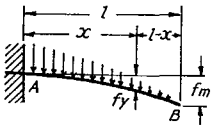
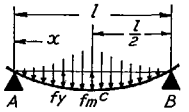
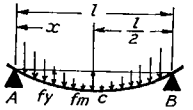
	$I = (BH^3 - bh^3).12$ $W = (BH^3 - bh^3):6H$ $i = \sqrt{I:A}$ $v = 0,5H$		$I = [BH^3 - 1.(4x)(h^4-d^4)].12$ $W = [BH^3 - 1.(4x)(h^4-d^4)]:6H$ $i = \sqrt{I:A}$, $v = 0,5H$ $x = (h-d)\ (B-a) =$ $= 14\%$ per travi IPN
			$I = [B^3(H-h)+da^3+$ $+(x:4)(B^4-a^4)]\ .12$ $W = [B^3(H-h)+da^3+$ $+(x:4)(B^4-a^4)]\ :6B$ $i = \sqrt{I:A}$, $v = B.2$ x = come sopra.
			$I = [BH^2 - 1.(8x)(h^4-d^4)].12$ $W = [BH^2 - 1.(8x)(h^4-d^4)]:6H$ $i = \sqrt{I:A}$ $v = 0,5H$ $x = (h-d).2(B-a) =$ $= 8\%$ per travi UPN
	$v_1 = (aH^2 + bd^2)(aH + bd).2$ $v_2 = H - v_1$ $I = (Bv^3 - bh_1^3 + av_2^3).3$ $W = I:v_2$ $i = \sqrt{I:A}$		$v = B - [B^2 s + (ha^2).2 +$ $+x.3(B-a)^2(B+2a)]:A$ $I = \{[2sB^3 + da^3 + x.2 \cdot$ $\cdot(B^4-a^4)] - (A-v)^2\}\ 3$ x = come sopra. $W = I:v$, $i = \sqrt{I:A}$
			$v = H - [3s^2(B-F) +$ $+2em(m+3s) + 3FH^4 -$ $-d(F-a)(3H-d)]:6A$ $I = \{[d^3(F+3a) + 4Bn^3 -$ $-2em^3] - A(H-v-n)^2\}.12$ $W = I:v$, $i = \sqrt{I:A}$
	$I = (aH^3 + bs^3).12$ $W = (aH^3 + bs^3) \cdot 6H$ $i = \sqrt{I:A}$ $v = 0,5\ H$		$I = (sB^3 + mF^3 + da^3).12 +$ $+\{em[2e^2 + (2e+3F)^2]\}\ 36 +$ $+\{d(F-a)[(F-a)^2 +$ $+2(F+2a)^2]\}.144$ $W = I:v$, $v = B.2$, $i = \sqrt{I:A}$
			$v = (H^2 + Ha - a^2)\ [2(2H-a)\cos 45°]$ $x = (H^2 + Ha^2)\ [2(2H-a)]$ $I = \{2x^4 - 2(x-a)^4 +$ $+a[H-(2x-0,5a)]^3\}.3$ $W = I:v$, $i = \sqrt{I:A}$

Momento flettente, freccia e carico per travi a sez. costante

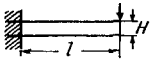
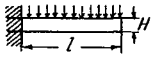
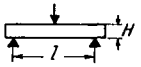
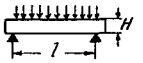
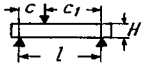
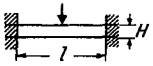
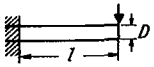
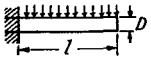
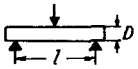
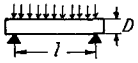
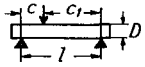
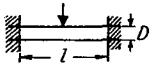
A-B = reazioni verticali degli appoggi A-B (N) l = lungh. lib. della trave (mm) x = ascissa di un punto qualsiasi dell'asse della trave (mm) E = modulo elastico del materiale (N/mm^2) I = momento d'inerzia della sezione (mm^4)	P = carico verticale concentrato o complessivo se distrib. (N) $M\ max$ = momento flettente massimo nella sez. pericolosa (Nmm) Mx = momento flettente nel punto x (Nmm) fm = freccia massima (mm) kf = carico di sicurezza alla flessione (N/mm^2)
 sezione pericolosa in B	incastrata in B, carico all'estremita A. $M\ max = P\ l,\ Mx = P\ (l-x),\ P \leq \frac{Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{3EI}$, $fy = \frac{Px^2}{6EI}\ (3l-x)$
 sezione pericolosa in B	incastrata in B, carico uniformemente distribuito. $Mmax = \frac{Pl}{2}$, $Mx = \frac{P(l-x)^2}{2l}$; $P \leq \frac{2Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{8EI}$, $fy = \frac{Px^2}{24EI}\ 2l^2 + (2l-x)^2$
 sezione pericolosa in C	appoggiato alle estremita, carico al centro. $Mmax = \frac{Pl}{4}$, $Mx = \frac{Px}{2}$, $P \leq \frac{4Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{48EI}$, $fy = \frac{Px}{48EI}\ (3l^2 - 4x^2)$
 sezione pericolosa in C	appoggiato alle estremita, carico uniformemente distribuito. $Mmax = \frac{Pl}{8}$, $Mx = \frac{Px}{2}(1 - \frac{x}{l})$, $P \leq \frac{8Wkf}{2}$ $fm = \frac{5Pl^3}{384EI}$; $fy = \frac{Px(l-x)}{24EIl}\ l^2 + x(l-x)$
 sezione pericolosa in C	appoggiato alle estremita, carico in un punto qualsiasi. A-C. $Mx = \frac{Pc_1 x}{l}$, $fy = \frac{Pc_1 x}{6EIl}(l^2 - x^2 - c_1^2)$ B-C: $Mx_1 = \frac{Pcx_1}{l}$; $fy_1 = \frac{Pcx_1}{6EIl}(l^2 - x_1^2 - c^2)$ C: $Mmax = \frac{Pcc_1}{l}$; $P \leq \frac{Wlkf}{cc_1}$, $f = \frac{Pc^2c_1^2}{3EIl}$ Per $c > c_1$ si ha fm in x. Per $c_1 > c$ si ha fm in x_1 $x = c\sqrt{\frac{l}{3} + \frac{2c_1}{3c}}$, $x_1 = c_1\sqrt{\frac{l}{3} + \frac{2c}{3c_1}}$

segue

segue: Momento flettente, freccia e carico per travi a sez. costante

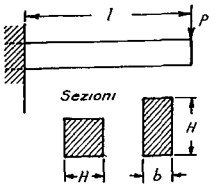
 sezione pericolosa in A-B-C	incastrata alle estremità, carico al centro. $M\ max = \frac{Pl}{8}$; $Mx = \frac{Pl}{2}(\frac{x}{l}-\frac{1}{4})$, $P \leq \frac{8Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{192EI}$, $fy = \frac{Px^2}{48EI}(3l - 4x)$
 sezione pericolosa in A-B	incastrata alle estremità, carico uniformemente distribuito. $Mmax = \frac{Pl}{12}$; $Mx = \frac{Pl}{2}(\frac{x}{l}-\frac{x^2}{l^2}-\frac{1}{6})$, $P \leq \frac{12Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{384EI}$, $fy = \frac{Px^2}{24EIl}(l-x)^2$
 $A = \frac{P(l+2c)c^2}{l^2}$ sezione pericolosa in C	incastrata alle estremità, carico in un punto qualsiasi. A-C. $Mx = \frac{Pcc_1^2}{l^2} + Ax$ $fy = \frac{Px^2c_1^2}{6EIl^3}\left[2c(l-x) + (c-x)\right]$ B-C: $Mx = \frac{Pcc_1^2}{l^2} + Ax - P\ (x - c)$ $fy_1 = \frac{Px_1^2c^2}{6EIl^3}\left[2c_1(l-x_1)+(c_1-x_1)\right]$ C: $Mmax = \frac{Pcc_1^2}{l^2}$, $P \leq \frac{Wl^2kf}{cc_1^3}$ $f = \frac{Pc^3c_1^3}{3EIl^3}$, $fm = \frac{2Pc^2c_1^3}{3EI(l+2c_1)^2}$
 sezione pericolosa in A	incastrata in A, carico crescente da B a A. $Mmax = \frac{Pl}{3}$, $Mx = \frac{P(l-x)^3}{2l^2}$, $P \leq \frac{3Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{15EI}$, $fy = \frac{Pl^3}{6EI}\left[\frac{x^2}{l^2}-\frac{x^3}{l^3}+\frac{x^4}{2l^4}-\frac{x^5}{10l^5}\right]$
 sezione pericolosa in C	appoggiata alle estremità, carico crescente verso il centro. $Mmax = \frac{Pl}{6}$, $Mx = Px(\frac{1}{2}-\frac{2x^2}{3l^2})$, $P \leq \frac{6Wkf}{l}$ $fm = \frac{Pl^3}{60EI}$, $fy = \frac{Pl^3}{12EI}\left[\frac{5x}{8l}-\frac{x^3}{l^3}+\frac{2x^5}{5l^5}\right]$
 sezione pericolosa in C	appoggiato alle estremità, carico crescente verso A e B. $Mmax = \frac{Pl}{12}$; $Mx = Px\left[\frac{1}{2}-\frac{x}{l}+\frac{2x^2}{3l^2}\right]$; $P \leq \frac{12Wkf}{l}$ $fm = \frac{3Pl^3}{320EI}$; $fy = \frac{Pl^3}{12EI}\left[\frac{3x}{8l}-\frac{x^3}{l^3}+\frac{x^4}{l^4}-\frac{2x^5}{5l^5}\right]$

Travi solide rettangolari e tonde

Posizione del carico e della trave	larghezza della trave in mm	altezza della trave in mm	sollecit. per mm² fibra estrema	lunghezza della trave in mm	carico totale in N
Travi solide rett.	b =	H =	s =	l =	P =
	$\frac{6\ lP}{sH^2}$	$\sqrt{\frac{6\ lP}{bs}}$	$\frac{6\ lP}{bH^2}$	$\frac{bsH^2}{6\ P}$	$\frac{bsH^2}{6\ l}$
	$\frac{3\ lP}{sH^2}$	$\sqrt{\frac{3\ lP}{bs}}$	$\frac{3\ lP}{bH^2}$	$\frac{bsH^2}{3\ P}$	$\frac{bsH^2}{3\ l}$
	$\frac{3\ lP}{2\ sH^2}$	$\sqrt{\frac{3\ lP}{2\ bs}}$	$\frac{3\ lP}{2\ bH^2}$	$\frac{2\ bsH^2}{3\ P}$	$\frac{2\ bsH^2}{3\ l}$
	$\frac{3\ lP}{4\ sH^2}$	$\sqrt{\frac{3\ lP}{4\ bs}}$	$\frac{3\ lP}{4\ bH^2}$	$\frac{4\ bsH^2}{3\ P}$	$\frac{4\ bsH^2}{3\ l}$
	$\frac{6\ Pcc_1}{sH^2\ l}$	$\sqrt{\frac{6\ Pcc_1}{bsl}}$	$\frac{6\ Pcc_1}{bH^2\ l}$	$c+c_1$	$\frac{bH^2sl}{6\ cc_1}$
	$\frac{3\ lP}{4\ sH^2}$	$\sqrt{\frac{3\ lP}{4\ bs}}$	$\frac{3\ lP}{4\ bH^2}$	$\frac{4\ bH^2s}{3\ P}$	$\frac{4\ bH^2s}{3\ l}$
Travi solide tonde	diam.della trave D=		s =	l =	P =
	$\sqrt[3]{\frac{10,18\ lP}{s}}$		$\frac{10,18\ lP}{D^3}$	$\frac{D^3s}{10,18\ P}$	$\frac{D^3s}{10,18\ l}$
	$\sqrt[3]{\frac{5,093\ Pl}{s}}$		$\frac{5,093\ Pl}{D^3}$	$\frac{D^3s}{5,093\ P}$	$\frac{D^3s}{5,093\ l}$
	$\sqrt[3]{\frac{2,546\ Pl}{s}}$		$\frac{2,546\ Pl}{D^3}$	$\frac{D^3s}{2,546\ P}$	$\frac{D^3s}{2,546\ l}$
	$\sqrt[3]{\frac{1,273\ Pl}{s}}$		$\frac{1,273\ Pl}{D^3}$	$\frac{D^3s}{1,273\ P}$	$\frac{D^3s}{1,273\ l}$
	$\sqrt[3]{\frac{10,18\ Pcc_1}{sl}}$		$\frac{10,18\ Pcc_1}{D^3\ l}$	$c+c_1$	$\frac{D^3sl}{10,18\ cc_1}$
	$\sqrt[3]{\frac{1,237\ Pl}{s}}$		$\frac{1,237\ Pl}{D^3}$	$\frac{D^3s}{1,237\ P}$	$\frac{D^3s}{1,237\ l}$

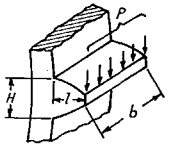
Esempi di resistenza alla flessione - Resist. alla torsione

Una barra d'acciaio ($kf=165 N/mm^2$) lunga 1 m disposta come in figura



(fatt. sforzo concentr.= 1,3) deve sopportare un carico costante P di 15700 N; kf = 165: 1,3 = 127 N/mm^2, Mf = P l = 15700 1000 = 15700000; W = Mf:kf=15700000:127= = 123622 mm^3 Per una barra a sezione quadrata avremo: $W = H^3$ 6; $H = \sqrt[3]{6W} = \sqrt[3]{6 \cdot 123622} = 90,5$ mm. Se a sez. rettang. con H=2b avremo: $W=bH^2:6= b(2b)^2=2/3b^3=b^3.1,5$; $b^3=1,5W=1,5 \cdot 123622 = 185433$ mm^3, $b=\sqrt[3]{185433}=57$ mm; H=2b = 114 mm. Freccia max della sez. rettangol. = Pl^3 3EI = 3,6 mm.

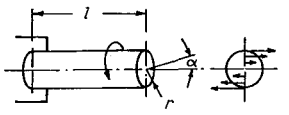
Una ruota cilindr. a denti diritti in acciaio 18 Ni Cr Mo 5 bonificato (Re 980 N/mm^2) trasmette uno sforzo tangenz. variabile di 21280 N. Si ricerca la lunghezza b della fascia ritenendo, per ragioni di sicurezza, lo sforzo P



applicato all'estremità di un solo dente; questo si considera come un solido soggetto a flessione (l=26 mm,H=18,8 mm).P=W·kf=21280· ·26:294=1882 mm^3, $W=bH^2:6$ pertanto 1882 = b·18,8²:6 = b·353,44:6= = b 58,9; b = 1882:58,9 = 32 mm.

Resistenza alla torsione

La torsione si realizza in una trave ad asse rettilineo di materiale omogeneo ed isotropo, sollecitata nel piano delle sezioni, da due coppie uguali ed opposte. Il momento torcente e costante lungo tutta la sua lunghezza. Le sezioni sono sollecitate da tensioni tangenziali ripartite in modo identico e disposte simmetricamente rispetto all'asse. La tensione tangenziale in ogni sezione, e nulla sull'asse e di valore max sulla periferia. Nei limiti elastici le sezioni rimangono piane e il loro diametro non varia. Per questa ragione conviene spesso ricorrere ad alberi cavi che, a parità di resistenza, risultano più leggeri. Per travi a sezione diversa da quella circolare si puo verificare l'ingobbimento della sezione e tensioni tangenziali massime nei punti più vicini all'asse. Negli alberi delle macchine, la torsione e spesso accompagnata da flessione per forze perpendicolari all'asse. Si ricorre, in questi casi al momento flett. ideale (ved. paragr. Sollec. composte)



$Mt=P \cdot r=Wt \cdot kt$, $Wt=Mt:kt$; $kt=Mt:Wt$.
Mt = momento torcente in Nm.
Wt = momento di resistenza in mm^3
G = modulo di elast. tang. N/mm^2
kt = carico di sicurezza in N/mm^2
Ip = mom. polare d'inerzia in mm^4
α = angolo di torsione in radianti per unita di lungh. l in mm.

Alberi a sezione circolare piena:

$Ip = \frac{\pi}{32} D^4$ $\qquad D = \sqrt[3]{\frac{5,1\ Mt}{kt}}$

equazione di stabilita: $St\ max = \frac{16\ Mt}{D^3} \leq kt$

Alberi a sezione circolare cava:

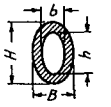
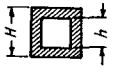
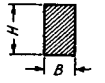
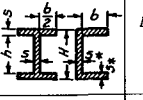
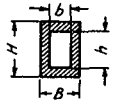
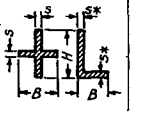
$Ip= \frac{\pi}{32}(D^4-d^4)$, $D=\sqrt[3]{\frac{5,435Mt}{kt}}$ per d =1/2D

equazione di stabilita: $St\ max=\frac{32MtD}{(D^4-d^4)} \leq kt$

segue

segue: Resistenza alla torsione

Momento torcente Mt e angolo di torsione α (**)

	$Mt = \frac{\pi}{16} D^3 kt$ $\alpha = \frac{Mt}{Ip}\frac{l}{G}$		$Mt = \frac{\pi}{16} HB^2 kt$ $\alpha = \mu \frac{16}{\pi} Mt \frac{H^2+B^2}{H^3B^3}\frac{l}{G}$
	$Mt = \frac{\pi}{16}\frac{D^4-d^4}{D} kt$ $\alpha = \frac{Mt}{Ip}\frac{l}{G}$		$Mt = \frac{\pi}{16}\frac{HB^3-hb^3}{B} kt$ $\alpha = u\frac{16}{\pi}Mt\frac{H^2+B^2}{H^3B^3(1-z^4)}\frac{l}{G}$ $(z = h:H = b:B)$
	$Mt = \frac{2}{9} H^3 kt$ $\alpha = 6\mu \frac{Mt}{H^4}\frac{l}{G}$		$Mt = \frac{1}{20} b^3 kt$ $\alpha = 46,2 \frac{Mt}{b^4}\frac{l}{G}$
	$Mt = \frac{2}{9}\frac{H^4-h^4}{h} kt$ $\alpha = 6\mu \frac{Mt}{H^4-h^4}\frac{l}{G}$		$Mt = \frac{1}{1,09} b^3 kt$ $\alpha = 0,967 \frac{Mt}{b^4}\frac{l}{G}$
	$Mt = \frac{2}{9} HB^2 kt$ $\alpha = 3\mu Mt \frac{H^2+B^2}{H^3B^3}\frac{l}{G}$		$Mt = \frac{2}{9} s^2 (H+2b) kt$ $* \ s \geq \frac{H}{5}$
	$Mt = \frac{2}{9}\frac{HB^3-hb^3}{B} kt$ $\alpha = 3\mu Mt \frac{H^2+B^2}{H^3B^3(1-z^4)}\frac{l}{G}$ $(z = h:H = b:B)$		$Mt = \frac{2}{9} s^2 (H+B-s) kt$ $* \ s \geq \frac{H}{5}$

(**) α = angolo di torsione in radianti per unita di lunghezza in mm. Valori di u: sezioni ellittiche e quadrate = 1,2 , sezione rettangolare meno o più allungata da 1,2 a 1,5.

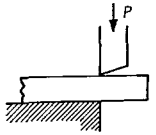
Esempi di resistenza alla torsione

1° Calcolare il Ø e l'ang. di torsione di un albero pieno d'acciaio C50 normaliz. kt = 118 N/mm^2, G = =78940 N/mm^2, lungo m 1,20 capace di trasmett. un mom. torc. costante di 3923 kNmm, con α di torsione unitario di circa 0,26 gradi.
$D = \sqrt[3]{(5,1\ Mt):kt}$ = 55 mm.
$Ip = (\pi.32)D^4$= 898362 mm^4.
α = (Mt l) (Ip·G) = 0,0547 rad = = 3,13 gradi, α (su l = 1200 mm)= 3,8 gradi. Non dovendo α superare 0,26 gradi per unita di lungh., si fara: $D = 2,3 \sqrt[4]{Mt}$ = 102,4 mm.
$Ip = (\pi:32)\ D^4$ = 10794455 mm^4;
α = (Mt·1000) (Ip·G) = 0,26 gradi α (su l = 1200 mm) = 0,313 gradi.

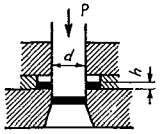
2° Stabilire i due Ø (esterno ed interno) di un albero cavo d'acc. (C50 norm., kt=122N/mm^2, G=79864) per trasm. la potenza di 22 kW alla veloc. di 600 giri/min, con angolo di tors. unit. di~0,26 gradi
Potenza P = 22·1000 = 22000 J/s.
Numero giri n = 600:60 = 10 giri/s
Mt = P (2πn) = 350,318 Nm = = 350318 Nmm.
D^3 = (5,435 Mt) kt = 15606 mm^3,
$D = \sqrt[3]{15606}$ = 25 mm.
d = ½ D = 25:2 = 12,5 mm.
$Ip=(\pi:32) \cdot D^4$=38350 mm^4;α =6,55 gr.
Per contenere α a ~ 0,26 gradi si fara: $D=23\sqrt[4]{Mt}$=56 mm; d = ½D=28mm
Ip=965499 mm^4; α (su 1000mm)=0,26°

Resistenza alla recisione - Sollecitazioni composte

Recisione: Equazione di stabilita
$Sr \cdot Sr\ max \leq kr$.
Limite di sicurezza: $P \leq kr\ s$



Sforzo di recisione: $P \leq Rr\ s$



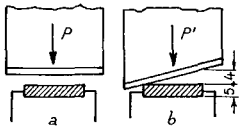
Sforzo di punzonatura $P = Rr \cdot \pi \cdot d \cdot h$
Nella resistenza alla recisione, lo sforzo P ha valore diverso, secondo la forma della sezione del corpo e cioe: (vedere anche l'esempio per lama inclinata)

- Sez. rettangolare
  $P = (Rr\ s)\ 1,5$
  $s = h\ b$

- Sezione circolare
  $P = (Rr\ s)\ 1,33$
  $s = \pi r^2$

- Sezione doppio T
  $P = Rr\ s$
  $s = h\ b$

Esempio - Calcolare lo sforzo di punzonatura, per tagliare, da una lamiera da imbutitura spess. 3mm, un disco di diametro = 45 mm:
$P = Rr \pi dh = 345 \cdot \pi \cdot 45 \cdot 3 = 146320$ N.



Esempio - Sforzo di recisione
Calcolare lo sforzo per tagliare una barra piatta 20x5 di acciaio ($Rr = 315\ N/mm^2$) con cesoia a lama: a) orizzontale, b) inclinata $\simeq 12°$
a) $s = 20 \cdot 5 = 100\ mm^2$, $P = Rr \cdot s = 315 \cdot 100 = 31500$ N. lavoro teorico della lama = $31500 \cdot 5 = 157500$ Nmm
b) corsa della lama = tg 12° 20 ≃ 4, 4+5=9 mm; P'=157500:9=17500 Nmm.

Resistenza alla recisione di alcuni materiali: Rr = carico di rottura per scorrimento; kr = carico di sicurezza.

Materiale	Rr (N/mm^2) dolce	Rr (N/mm^2) duro	kr (N/mm^2)
Acciaio (C 0,1)	245	315	50÷60
" (C 0,2)	315	390	60÷70
" (C 0,4)	440	550	70÷80
" (C 0,6)	550	705	80÷100
" (C 0,8)	705	880	100÷120
" al Ni	785		120
Alluminio	70÷100	125÷155	20
Bronzo	315÷390	390÷590	40
Carta	20÷30	25÷40	-
Cartone	30÷60	-	-
Duralluminio	215	375	50
Ferro saldato	155÷195		40
Ferro omogeneo	245÷295		60
Ghisa	100÷195		20÷30
Lamiera acciaio	390÷490	540÷590	60÷80
Lam. acc. inox	510	550	70÷80
Lam.per imbutit.	295÷345	-	50
Legno(l.le fibr)	7		1
Ottone	215÷295	345-390	30
Piombo	20÷30	-	-
Rame	175÷215	245-295	30÷50
Stagno	30÷40	-	-
Zinco	175	195	40

Sollecitazioni composte

Un corpo o una struttura possono sopportare singolarmente due sollecitazioni semplici, possono invece non sopportare l'effetto contemporaneo delle medesime. Occorre quindi, nelle sollecitazioni composte verificare le equazioni di stabilita.

a) Estensione o compress. e fless
Sollecitazione assiale $Sa = P\ s$ costante per tutta la sezione.
Sollecitazione assiale $Sa = Mf\ W$ variabile, da un max positivo ad un max negativo, secondo la distanza dall'asse neutro.
Le sollecitazioni del materiale, risulteranno dalla loro somma vettoriale (che in questo caso coincide con la somma algebrica, essendo le sollecitazioni dirette secondo la stessa direzione)

Equazioni di stabilita:
$S_1 \leq k$
$S_2 \leq k$

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= \frac{P}{A} + \frac{Mf}{W} \\ S_2 &= \frac{P}{A} - \frac{Mf}{W} \end{aligned}\right\}$$

segue

segue: Sollecitazioni composte

b) Flessione e recisione
Considerato che, le sollec. di Sr si annullano nei punti dove Mf e max e viceversa, il controllo separato e nella maggioranza dei casi sufficiente. In casi particolari, occorre invece determinare le principali sollecit. ideali e il confronto delle stesse con i carichi di sicurezza, per esempio nelle sezioni a I al punto di attacco dell'anima con le ali e quando il Mf e lo sforzo di recisione siano entrambi notevoli.

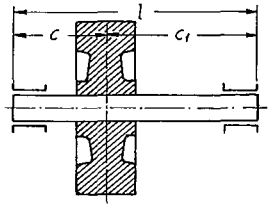
$$k \geq \frac{3}{8}\frac{Mf}{W} + \frac{5}{8}\sqrt{\left(\frac{Mf}{W}\right)^2 + 4\left(\frac{Sr}{S}\right)^2} \qquad (1)$$

c) Flessione e torsione
Nel caso di strutture a sezione circolare piena o cava, sollecitate contemporaneamente a flessione e torsione, si manifesta un Mf ideale (Mif) dato da:

$$Mif = \frac{3}{8}Mf + \frac{5}{8}\sqrt{Mf^2 + Mt^2} \qquad (1)$$

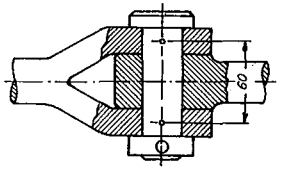
equazioni di stabilita:
$Se = Mif:W \leq ke$, $Sc = Mif:W \leq kc$
(1) Occorrendo maggior precisione a 3/8 e 5/8, sostituire (m-1).2m e (m+1).2m (m= rapporto di Poisson)

Esempi di sollecitazioni composte
1° Esempio - Sollecitazione composta Mf + Mt. Calcolare il ø di un albero in acciaio trafilato lucido C 30, che sostiene un volano, di massa 2942 N, disposto come in figura, che trasmette un Mt di



8826 Nm. $Mf = P\ c\ c_1\ l =$
$= 2945 \cdot 0,5 \cdot 1,30 : 1,80 = 1062,39$ Nm $=$
$= 1062390$ Nmm; $W = Mf\ kf =$
$= 1062390 : 235 = 4521\ mm^3$; $W = 0,0982 D^3$,
$D^3 = W : 0,0982 = 4521 : 0,0982 = 46039\ mm^3$
$D = \sqrt[3]{46039} = 36$ mm (valevole al solo effetto di Mf) Nel punto in cui e applicato il volano, avremo una sollecitazione composta di Mf = = 1062,39 Nm e di Mt = 8826 Nm il cui momento flettente ideale sara
$Mif = (m-1).2m \cdot Mf + (m+1).2m \cdot \sqrt{Mf^2 + Mt^2}$
(m, rapporto di Poisson = 3,30)
$Mif = (2,30\ \ 6,60\ \ 1062,39) +$
$+ (4,30 : 6,80) \cdot \sqrt{1128672,5 + 77898276} =$
$= 6162$ Nm $= 6162000$ Nmm;
$W = Mif : kf = 6162000 : 235 = 26221\ mm^3$,
$W = 0,0982\ D^3$, $D^3 = W : 0,0982 = 26221.$
$0,0982 = 267016\ mm^3$, $D = \sqrt[3]{267016} =$
$= 64,4$ mm (valevole per Mf + Mt)

2° Esempio - Sollecitazione composta flessione-recisione. Le due parti di un tirante sollecitate da una tensione P di 28000 N, sono unite da un perno di acciaio, avente R = 1000 e kr = 160 N/mm^2
Calcolare il ø del perno, tenendo conto della sollec. comp. Mf+Sr.



a) Resistenza alla recisione:
$P = kr\ s : 1,33$; $s = P\ 1,33 : kr =$
$= 28000 \cdot 1,33 : 160 = 233\ mm^2$ Per due sezioni resistenti avremo:
$(2\ \pi\ l^2) = 233$ da cui $d =$
$= \sqrt{(233\ \ 4)\ \ (2\pi)} = 12,18$ mm.
b) Resist. a flessione: Si considera il perno come un trave appoggiato alle estremita (l = 60 mm)
$Mf = pl\ \ 8 = 2800\ \ 60\ \ 8 = 210000$ Nmm;
$Wf = Mf : kr = 210000 : 160 = 1312\ mm^2$, essendo $Wf = 0,0982 d^3 = 1312$ da cui
$d = \sqrt[3]{1312 : 0,0982} = \sqrt[3]{13360} = 23,7$ mm
(perno normalizzato con ø = 25 mm)
Verifica della sollec. comp. flessione-recisione: Mf = 210000 Nmm;
$Wf = 1312\ mm^2$, $Sr = P : 2 = 14000$ N; $S =$
$= (d = 25\ mm)\ 491\ mm^2$

$$kr = \frac{3}{8}\frac{Mf}{Wf} + \frac{5}{8}\sqrt{\left(\frac{Mf}{Wf}\right)^2 + 4\left(\frac{Sr}{S}\right)^2} =$$

$$= \frac{3}{8}\frac{210000}{1312} + \frac{5}{8}\sqrt{\left(\frac{210000}{1312}\right)^2 + 4\left(\frac{14000}{491}\right)^2} =$$

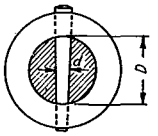
$= 60 + 106 = 166\ N/mm^2$ Sollec. leggermente superiore al carico, ma accettabile per il minimo carico di sicurezza adottato.

segue

segue: Sollecitazioni composte - Solidi caricati di punta

Esempio di resistenza di una spina conica

Il diametro medio di una spina conica, che trasmette con sicurezza un momento rotante, puo essere calcolato con la formula:
$d = 110,3 \; P \cdot (n \; D \; Su)$ dove: d e D (vedi figura), P = potenza da trasmettere in W, n = giri al minuto
Su = sollecitazione unitaria in N/mm^2



La sollecitazione sicura di un albero di acciaio con D = 40 mm, spina conica d = 8 mm, trazione = 160 N e raggio puleggia R = 640 mm, si trova con la formula:
$Su = (1,27 \; P \; R) \quad (D \; d^2) =$
$= (1,27 \; 160 \cdot 640).2560 = 50,8 \; N/mm^2$
Se un'albero con D = 40 trasmette una potenza di 9,6 kW, ad una velocita di 550 giri/min, per trovare il diametro medio della spina, con sollecitazione unitaria di 50,8 N/mm^2, si applica la formula

$$d = 110,3 \sqrt{\frac{P}{n \; D \; Su}} =$$

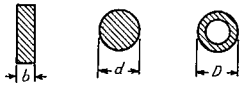
$$= 110,3 \sqrt{9600 \quad (550 \quad 40 \quad 50,8)} =$$

$$= 110,3 \quad 0,09268 = 10,2 \text{ mm.}$$

Solidi caricati di punta

Quando il rapporto y, tra lunghezza l (mm) e la dimensione minima della sezione trasversale di un'asta, supera il valore di tabella, l'asta e sollecitata anche per flessione laterale. E = modulo di elasticita (N/mm^2), I = momento d'inerzia della sezione (mm^4), P= carico ammissibile (N), Pc = carico critico (N), n = coefficiente di sicurezza.

Dimensione min della sezione (mm)

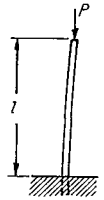


(1) (2) (3)

Rapporti y tra lunghezza e dimensione minima della sezione.

n	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Acciaio da costruzione						
5	8,9 25,1	7,71 21,8	10 28,3	17,8 35,6	15,5 30,8	20 40
Acciaio fuso						
5	8,21 23,3	7,09 20,1	9,22 26,2	16,4 32,8	14,2 28,5	18,5 36,8
Ghisa						
8	8,06 22,8	6,98 19,6	9,09 25,6	16,2 32,2	13,9 27,8	18,2 36,4
Legno duro						
10	5,97 16,9	5,15 14,7	- -	11,9 23,9	10,3 20,7	- -

Piede incastrato sommita libera

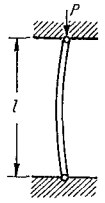


$P = Pc:n$

$Pc = \frac{\pi^2 EI}{4l^2}$

$I = \frac{nPcl^2}{\pi^2 E}$

Estremi snodati

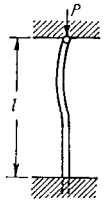


$P = Pc:n$

$Pc = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$

$I = \frac{nPcl^2}{\pi^2 E}$

Piede incastrato sommita snodata

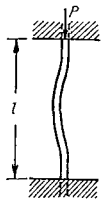


$P = Pc:n$

$Pc = \frac{2\pi^2 EI}{l^2}$

$I = \frac{nPcl^2}{2\pi^2 E}$

Estremita incastrate



$P = Pc:n$

$Pc = \frac{4\pi^2 EI}{l^2}$

$I = \frac{nPcl^2}{4\pi^2 E}$

segue

Solidi caricati di punta - Resistenza lastre,tubi, recipienti

Esempi di solidi caricati di punta

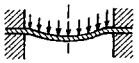
1°) Un'asta d'acciaio da costruzione ($E = 206845 \; N/mm^2$), lunga m 1,25, con estremi snodati, deve sopportare con sicurezza, un carico di punta di 5880 N.
Ricercare la minima dimensione, tenuto conto della sua forma di tubo quadrato. Rapporto y = 25,1, lato del tubo = 1250:25,1 =50 mm, sezione del tubo: I =
$= (n \cdot Pc \cdot l^2) \quad (\pi \cdot E) =$
$(5 \cdot 5880 \cdot 1562500) \; (9,8696 \cdot 206845) =$
$= 22502 \; mm^4$ I(forma □)=$(H^4-h^4).12$
$22502 \; mm^4 = (H^4-h^4).12$ cioe H^4-h^4
$(22502 \cdot 12) = 270025 \; mm^4$; $\sqrt[3]{270025} =$
$= 519,64 \; mm^2$ Il tubo quadr. 50x3 sez.=564 mm e adatto allo scopo.

2°) Carico che puo sopp. con sicurezza una colonna piena di ghisa, G 15, massivita 90 (E=73912), $kc = 160 \; N/mm^2$, lunga m 2,50, diametro d = 100 mm, con piede incastrato e sommita snodata. Come resistenza alla compressione semplice avremo: $P = kc \cdot s = 1607845 =$
$= 1256640$ N. Il carico di sollecitazione alla flessione laterale sara invece: $I = 0,0491 \; d^4 =$
$= 0,0491 \cdot 100000000 = 4910000 \; mm$
$Pc = (\pi^2 EI) \quad l^2 =$
$= 19,74 \cdot 73912 \cdot 4910000 : 6250000 =$
$= 1146208$ N. P=Pc:n = 1146208:8 =
= 143276 N.
Carico sopportabile con sicurezza

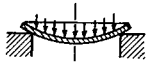
Resistenza delle lastre

Siano: s=spess. della lastra (mm)
kf=carico sicur. a fless. (N/mm^2)
P=press. uniform. distrib. (N/mm^2)
x=coeff. piastre incastrate.
y=coeff. piastre appoggiate.

Materiali	ghisa	ferro	acciaio
x	0,8	0,5	0,4
y	1,2	0,7	0,6



incastrata



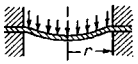
appoggiata

rettangolare a b

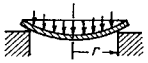
$s = \frac{b}{2} \sqrt{x \left(\frac{2}{1+(b:a)^2}\right) \frac{P}{kf}}$ | $s = \frac{b}{2} \sqrt{y \left(\frac{2}{1+(b:a)^2}\right) \frac{P}{kf}}$

quadrata a = b

$s = 1/2 a \sqrt{x \; P \cdot kf}$ | $s = 1/2 a \sqrt{y \; P \cdot kf}$



incastrata



appoggiata

tonda

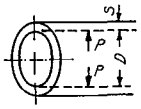
$s = r \sqrt{x \; P : kf}$ | $s = r \sqrt{y \; P \cdot kf}$

Ai valori trovati si aggiunge per maggior sicurezza una costante da 1 a 3 mm per ferro e acciaio, da 6 a 12 mm per la ghisa, secondo la minore o maggiore dimensione.

Resistenza dei tubi tondi e dei recipienti cilindrici e sferici

Siano: s = spessore (mm), ke, kc= carichi di sicurezza (N/mm^2), P = pressione unitaria (N/mm^2)

tubi tondi

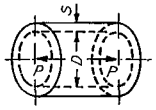


sforzo trasvers.

$*s = \frac{PD}{2ke}$, $P = \frac{s2ke}{D}$

$D = \frac{s2ke}{P}$, $ke = \frac{PD}{2s}$

recip. cilindr.

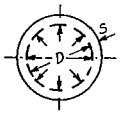


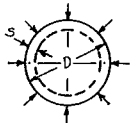
sforzo longitud.

$*s = \frac{PD}{4ke}$, $P = \frac{s4ke}{D}$

$D = \frac{s4ke}{P}$, $ke = \frac{PD}{4s}$

recipienti sferici





sforzo radiale

$*s = \frac{PD}{4ke}$ (piccole press)

$s = \frac{PD}{4ke}$ (medie press.)

$s = \frac{D}{2}\left[\sqrt[3]{\frac{ke+0,4P}{ke-0,65P}}-1\right]$

(alte pressioni)

$*s = \frac{PD}{4kc}$ (piccole press)

$s = \frac{PD}{4kc}$ (medie press.)

$s = \frac{D}{2}\left[\sqrt[3]{\frac{kc}{kc-1,05P}}-1\right]$

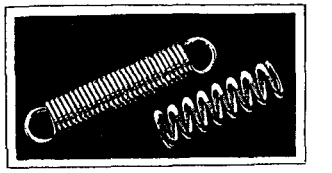
(alte pressioni)

* Costante di sic. da sommare a s mm 1÷3 (ferro,acciaio), 6÷10 (ghisa,bronzo) secondo< o >dimensione

Comparazione durezza Brinell, Rockwell, Shore-resistenza dell'acciaio

Brinell 10/3000/30 HB	Rock-well HRC	Sho-re HS	acc. al C	acc. al CrNi	Brinell 10/3000/30 HB	Rock-well HRB	Sho-re HS	acc. al C	acc. al CrNi
Ø impr mm	durezza		resistenza N/mm²		Ø impr mm	durezza		resistenza N/mm²	
2,00	946			3334	3148	3,85	248	101	39	876	827
2,05	899			3168	3001	3,90	241	100	38	851	803
2,10	856			3020	2854	3,95	235	99	37	824	784
2,15	818			2883	2726	4,00	229	98	36	805	760
2,20	780			2756	2609	4,05	223	97	36	787	743
2,25	745	69	100	2628	2491	4,10	217	96	35	766	724
2,30	712	67	96	2520	2373	4,15	212	95	34	748	707
2,35	684	65	93	2412	2275	4,20	207	94	33	731	690
2,40	653	63	90	2305	2177	4,24	201	93	32	710	670
2,45	627	61,5	87	2216	2089	4,30	197	92	32	692	653
2,50	601	59,5	84	2118	2001	4,35	192	91	31	678	640
2,55	578	58	81	2040	1922	4,40	187	90	31	660	624
2,60	555	56	78	1961	1853	4,45	183	90	30	646	610
2,65	534	54,5	74	1883	1785	4,50	179	89	30	632	597
2,70	514	53	72	1814	1706	4,55	174	88	29	614	580
2,75	495	51	70	1746	1648	4,60	170	87	29	600	569
2,80	478	50	68	1697	1589	4,65	167	86	28	586	559
2,85	461	48,5	66	1628	1540	4,70	163	84	28	576	544
2,90	444	47	64	1559	1481	4,75	159	83	28	561	533
2,95	429	45,5	63	1510	1432	4,80	156	82	27	551	520
3,00	418	44	62	1471	1393	4,85	152	81	27	537	508
3,05	401	43	60	1412	1344	4,90	149	80	26	526	498
3,10	388	41,5	58	1373	1294	4,95	146	79	26	516	487
3,15	375	40,5	57	1324	1245	5,00	143	78	25	505	477
3,20	363	39,5	56	1285	1206	5,05	140	76,5	25	494	466
3,25	352	38	54	1236	1167	5,10	137	75	24	483	456
3,30	341	37	53	1206	1138	5,15	133	74	23	471	443
3,35	330	36	51	1167	1098	5,20	131	72	22	463	436
3,40	321	35	50	1138	1069	5,25	128	71,5	21	452	427
3,45	311	34	49	1098	1040	5,30	126	70	21	445	420
3,50	302	33	47	1069	1010	5,35	123	69	20	434	410
3,55	293	32	46	1040	977	5,40	121	68	20	428	404
3,60	285	31	45	1010	950	5,45	118	66,5	20	417	393
3,65	277	30	43	978	924	5,50	116	65	19	410	388
3,70	269	29	42	949	897	5,55	114	64	19	403	380
3,75	262	28	41	925	874	5,60	111	63	18	394	371
3,80	255	27	40	900	850	5,65	109	61	18	390	365
3,85	248	25,5	39	876	827	5,70	107	60	18	378	357
3,90	241	24	38	851	803	5,75	105			371	350
3,95	235	23	37	824	784	5,80	103			364	343
4,00	229	22	36	805	760	5,85	101			357	335
4,05	223	21	36	787	743	5,90	99,2			349	331
4,10	217	20	35	766	724	5,95	97,3			342	326
						6,00	95,5			335	319

Molle ad elica cilindrica di compressione e trazione



- Premessa -

La norma UNI 7900/(1 a 7)di circa 100 pagine stabilisce: termini, simboli, classificazione, calcolo e collaudo delle molle ad elica cilindrica di compressione e trazione avvolte a freddo o a caldo per fili di sezione circolare,rettangolare o quadrata destinate a lavorare in regime statico o dinamico di tensione.
Tralasciando per ovvi motivi, la parte teorica, i tipi di molle eccezionalmente utilizzabili e tutto quanto interessa il costruttore di molle, abbiamo riassunto nelle prime cinque pagine i materiali da impiegare e la gamma dei servizi in cui possono essere utilizzate. Inoltre il calcolo semplificato, ma sufficiente alla loro progettazione, delle molle di compressione e di trazione, avvolte a freddo, con fili a sezione circolare (Ø ≤ 10mm) destinate ad operare in regime statico o dinamico di tensione.
Le figure richiamate sono illustrate nelle pagine successive (Molle calcolate) a cui si rimanda anche per completare la nomenclatura.

- Molle calcolate -

Allo scopo di evitare ai progettisti il calcolo delle molle(di più larga utilizzaz.)e per consentire agli utilizzatori un più facile approvvigion. delle molle stesse, seguono 3 pagine e 4 prospetti(da UNI 8525 e 8526) contenenti un'ampia gamma dimensionale di molle ad elica cilindrica di compressione e di trazione avvolte a freddo per un regime statico di tensione I prospetti suddetti possono essere utilizzati dal progettista per calcolare anche molle diverse da quelle indicate, variando con un semplice rapporto alcune caratt. delle molle in tab., per adattarle ad altre esigenze.
In tal modo, la gamma delle molle calcolate disponibili e atta a soddisfare la quasi totalità delle applicazioni.
Utilizzando queste molle e usando la designazione UNI, oltre al risparmio di tempo si ha la certezza che: qualità del materiale,esecuzione, classificazione e collaudo sono quelle prescritte dalla norma UNI 7900.

- Significato di alcune caratt. -
Regime statico di tensione

Sono considerate soggette a regime stat. di tens. le molle operanti sotto carico costante e sottoposte a variaz. occasion. di carico così diluito nel tempo da totaliz. meno di 10000 alternanze nel corso dell'intera vita della molla
Per molle soggette a regime statico di tensione, il cedimento o la rottura possono verificarsi esclusivamente in conseguenza del raggiungimento del limite elastico del materiale e la tensione max di esercizio consentita risulta legata alle caratter. di resistenza dello stesso e viene fissata come frazione del carico unitario di rottura a trazione Rm.

- Regime dinamico di tensione -

Sono considerate soggette a regime dinamico di tens. le molle operanti sotto carico variabile periodicam. tra due valori fissi o sottoposte a carico variab. in modo saltuario con una frequenza tale da totalizz. almeno 10000 alternanze nel corso dell'intera vita della molla. La rottura delle molle operanti in regima dinamico di tensione, avviene per fatica dopo un numero di alternanze dipendenti, oltre che dalla tensione massima di esercizio, anche dalla estensione del campo di tensione nel quale opera la molla.

Calcolo delle molle

Per ottenere un buon risultato nella progettazione di una molla e necessario fra l'altro, conoscere le caratter. meccan. dei materiali (Rm, E, G) per stabilire una appropriata tensione di torsione (τ_k) Per il calcolo di τ_k e poi conveniente tener conto dell'uso cui la molla e destinata. A questo scopo, sulla base delle esperienze fatte, si considerano tre tipi di servizio: leggero, medio e pesante.

- Materiali -

- Acciai non legati - (UNI5598) -

Sono consigliati per i fili delle classi. C (Ø 0,1÷10) per alte resist. e sollecit. D (Ø 0,1÷1,9) per altiss. resist., le cui caratterist. sono date dalla UNI 3823.

- Acciai legati - (UNI 3545) -

per i tondi con Ø > 7mm(UNI 3871)

- Acciai inossidabili -

Sono consigliati i tipi al CrNi condizione di totale incrudimento X12CrNi 1707 Rm=590-785 E=193190. X10CrNi 1809 Rm=490-735 E=193190. X5CrNi1810 e 1713 Rm=490-685. E = 193190. X16CrNi16 Rm=785-980. E = 200055. Per i tipi X10CrNi1809 e X5CrNi1810 si possono considerare le seguenti resist. a traz. in relazione al diametro dei fili.

Ø mm	min. N/mm²	max.	Ø mm	min. N/mm²	max.
0,23	2336	2440	1,20	1805	2010
0,25	2205	2410	1,35	1795	2000
0,28	2185	2390	1,55	1755	1960
0,30	2175	2385	1,85	1725	1930
0,33	2155	2375	2,00	1685	1890
0,35	2145	2355	2,35	1655	1865
0,38	2130	2345	2,65	1600	1805
0,40	2120	2335	3,00	1550	1755
0,43	2110	2315	3,75	1450	1660
0,45	2090	2305	4,00	1410	1620
0,50	2070	2275	4,50	1345	1550
0,55	2040	2245	5,25	1275	1480
0,60	2010	2215	5,70	1245	1450
0,65	1990	2195	6,35	1205	1410
0,70	1970	2175	7,90	1100	1305
0,80	1910	2120	8,50	1020	1235
0,90	1880	2090	9,50	960	1165
1,00	1850	2060	10,0	930	1135

Dopo la distensione le molle possono essere sottoposte a trattam. di pallinatura per migliorare le caratter di resist. a fatica.

- Bronzo fosforoso -

Questa lega (Cu95 Sn5 G=41190)possiede le migliori qualita di resist. a rottura, durezza, conduttivita elettr , resist. alla corrosione. Puo essere usata fino a 100°C. Con 8% di Sn nella lega si usa nelle molle a lamina.

- Rame al berillio -

(Cu98 Be2 G=50010) L'uso principale e di trasmettere corrente elettrica negli interruttori e nei componenti elettronici.

- Monel K -

(Rm = 1100,G = 65700,τmax = 380) (τmax=340 alla max temp.di 225°C) Per molle destinate ad operare in ambiente corros. anche a temperature bassissime τ = 40% di Rm.

- Uso delle molle -

Servizio leggero:

Molle sottoposte a solo carico statico o aventi piccole defless. insieme a basse sollecitazioni.

Servizio medio:

Include la maggioranza delle molle per uso gener. nei motori, freni, commutatori, macchine e prodotti meccanici. Deflessioni di frequenze normali e medio uso dei carichi d'urto.

Servizio pesante:

Molle soggette a defless. rapide, per lunghi periodi di tempo, valvole per motori d'auto e aerei, martelli pneum. freni idraulici ecc. Considerando le normali tensioni di tors. τ_k stabilite per un servizio medio, si puo ipotizzare un'aumento del 15-20% per il serv legg. e una riduzione del 30-35% per il serv pesante. Questa riduzione, da prove effettuate, e considerata sicura per almeno un milione di deflessioni. Con valori ridotti di un altro 10% si possono ottenere fino ad oltre 10 milioni di deflessioni.

segue

Calcolo delle molle di compressione ad elica cilindrica

Filo a sezione circolare (Ø filo ≤ 10 mm) molle avvolte a freddo (figure 3 e 4)

- Nomenclatura -

W = tensione di torsione
F = carico di esercizio (N)
f = freccia sotto il carico F(mm)
G = modulo elast. tangenz. (N/mm²)
τ_k = tensione corretta di torsione (N/mm²)
i_m = numero di spire inattive
φ = rapporto di infless. laterale
φ_{crit} = rapporto critico di inflessione laterale.

- Calcolo -

(regime statico di tensione)

Elementi dati. D, f, F, tipo di materiale, τ_k e G del materiale scelto, configurazione terminali, condizioni di vincolo estremita della molla.

W = (π 4) D^2 (τ_k F)
c (in funzione di W, tabella 1)
d = D:c (arrotondare al Ø normale piu prossimo
i = (G d^4 f) (8 D^3 F)
i_m (in funzione dei terminali, tabella 3)
i_t = i + i_m

Per ottenere una corretta spinta assiale, conviene che i_t risulti un multiplo intero dispari di mezza spira o almeno, nel caso in cui i_t sia minore di 8, un multiplo intero dispari di 1/4 di spira Quindi, se necessario,arrotondare i_t e, naturalmente anche i.

Poiche d e i sono stati arrotondati, conviene effettuare una verifica delle caratteristiche elastiche della molla: C = D d , k = (4c - 1) (4c - 4) + 0,615:c , τ_k = (8 π) k (D d^3) F ed infine f = (8 G)(D^3 d^4)iF

Se il risultato non e soddisfacente modificare gli arrotondamenti fatti e ripetere il calcolo.

L_b (in funzione dei terminali, tabella 3)
s (in funzione di c, tabella 2)
S = s_1(d + 0,5)
L_0 = L_b + S + F
φ = f L_0
λ = L_0 D

z λ (z vedi tab. 4) (1)
φ_{crit} = $x[1-\sqrt{1-y(z:\lambda)^2}]$
dove x e y in funz. del mat. sono:

Materiale	acciaio	bronzo	ottone
x =	0,813	0,862	0,781
y =	6,86	5,30	5,54

(1) Quando z λ e > di 0,382, la molla e provvista di stabilita laterale; quando e < , occorre calcolare φ_{crit}. Se φ_{crit}. e > di φ la molla e stabile; se e < , la molla e instabile. In questo secondo caso, occorre guidarla con una spina ($Ø_S$) o con un alloggiamento ($Ø_F$), vedi figura 3.

- Scelta del materiale -

Il rapporto fra τ_k e Rm del materiale impiegato non deve superare le seguenti percentuali.

Acc. legato o non pretemprato 55%
Acc. legato o non pretemprato, acciaio inox fortem. legato. 50%
Bronzo al silicio o fosforoso, ottone duro 40%

- Modulo elastico tangenziale G -

78500-81500, acciaio legato o non, molle avvolte a freddo senza bon.
75500-78500, acc. da bonif., molle avvolte a caldo o a freddo e successivamente bonificate.
71500-75500, acc. inox o fort.leg.
41000-43000, bronzo al Si o fosf.
34000-36000,ottone trafilato duro

- Classe delle molle -

Sono consigliate:
Classe FN per d < 1,25 (non ass.)
Classe FF per d ≥ 1,25 (assest.)

- Esempio di calcolo -

dati. D=8 mm, f=10 mm, F=15 N, acciaio classe C UNI 3823, si assume τ_k 1188 (55% di 2160 Rm, fili di classe C da 0,7 a 0,9 mm)G=80000, terminali chiusi molati, vincoli estremita, piattelli incastrati e guidati.

W = 0,7854 64 79,2 = 3981
c (dalla tabella 1) = 12,1
d = 8 12,1 = 0,66 (arrot. a 0,7)
i=192080:61440=3,13(arrot. a 3,5)
La verifica delle caratteristiche elastiche (f = 11,19 risulta positiva.

segue

Tab. 1 - Molle ad elica cilindrica. Relazione c, W, We

c	W	We	c	W	We	c	W	We
3,00	85,3	151,7	5,90	516,4	706,3	11,6	3508	4139
3,05	88,9	156,8	6,00	541,1	736,5	11,8	3686	4337
3,10	92,7	162,1	6,10	566,5	767,4	12,0	3869	4540
3,15	96,5	167,5	6,20	592,7	799,3	12,2	4058	4750
3,20	100,5	173,1	6,30	619,7	832,0	12,4	4253	4967
3,25	104,5	178,8	6,40	647,5	865,6	12,6	4454	5190
3,30	108,7	184,6	6,50	676,1	900,2	12,8	4662	5419
3,35	113,0	190,5	6,60	705,6	935,6	13,0	4876	5656
3,40	117,4	196,6	6,70	735,9	971,9	13,5	5440	6276
3,45	121,9	202,8	6,80	767,1	1009	14,0	6046	6940
3,50	126,5	209,2	6,90	799,1	1048	14,5	6695	7650
3,55	131,3	215,7	7,00	832,0	1087	15,0	7388	8406
3,60	136,2	222,3	7,10	865,8	1127	15,5	8128	9211
3,65	141,2	229,1	7,20	900,6	1168	16,0	8916	10066
3,70	146,3	236,0	7,30	936,8	1210	16,5	9754	10972
3,75	151,5	243,1	7,40	972,8	1253	17,0	10642	11931
3,80	156,9	250,3	7,50	1010	1298	17,5	11583	12944
3,85	162,4	257,7	7,60	1049	1343	18,0	12577	14013
3,90	168,0	265,2	7,70	1088	1389	18,5	13627	15140
3,95	173,8	272,9	7,80	1129	1437	19,0	14734	16325
4,00	179,7	280,7	7,90	1170	1485	19,5	15899	17571
4,05	185,7	288,7	8,00	1212	1534	20,0	17124	18879
4,10	191,9	296,9	8,10	1256	1585			
4,15	198,2	305,2	8,20	1300	1637			
4,20	204,6	313,6	8,30	1346	1690			
4,25	211,2	322,2	8,40	1392	1744			
4,30	217,9	331,0	8,50	1440	1799			
4,35	224,8	340,0	8,60	1489	1855			
4,40	231,8	349,1	8,70	1538	1912			
4,45	238,9	358,4	8,80	1589	1971			
4,50	246,2	367,8	8,90	1641	2031			
4,55	253,7	377,7	9,00	1694	2092			
4,60	261,3	387,2	9,10	1749	2154			
4,65	269,0	397,1	9,20	1804	2217			
4,70	276,9	407,3	9,30	1860	2282			
4,75	285,0	417,6	9,40	1918	2348			
4,80	293,2	428,1	9,50	1877	2415			
4,85	301,6	438,7	9,60	2037	2484			
4,90	310,1	449,6	9,70	2098	2553			
4,95	318,8	460,6	9,80	2161	2624			
5,00	327,6	471,8	9,90	2225	2697			
5,10	345,8	494,7	10,0	2290	2770			
5,20	364,7	518,4	10,2	2432	2922			
5,30	384,2	542,9	10,4	2562	3079			
5,40	404,5	568,2	10,6	2706	3241			
5,50	425,4	594,2	10,8	2856	3409			
5,60	447,1	621,0	11,0	3010	3583			
5,70	469,4	648,6	11,2	3171	3762			
5,80	492,6	677,1	11,4	3337	3948			

Tab. 2-Coefficienti γ e s in relazione al rapporto c.

c	γ	s
3,00	15,0	0,091
3,50	12,5	-
4,00	10,0	0,094
4,50	8,50	-
5,00	7,25	0,100
5,50	6,25	-
6,00	5,40	0,109
6,50	4,70	-
7,00	4,10	0,121
7,50	3,65	-
8,00	3,30	0,136
8,50	2,90	-
9,00	2,60	0,154
9,50	2,35	-
10,0	2,10	0,175
11,0	1,72	0,199
12,0	1,35	0,226
13,0	1,18	0,256
14,0	0,98	0,289
15,0	0,82	0,325
16,0	0,69	-

segue: Calcolo delle molle di compressione ad elica cilindrica

i_m (dalla tabella 3) = 2
$i_t = 3,5 + 2 = 5,5$
L_b (dalla tabella 3) = $5 \cdot 0,7 = 3,5$
s (in funz. di c tab. 2) = 0,2263
$S = 0,2263 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 0,95$
$L_o = 3,5 + 0,95 + 10 = 14,45$

Si esegue la verifica delle caratteristiche elastiche L_b e S con le formule note.
$L_n = L_b + S$
$L_1 = L_b + S + \Delta L$
$f_n = \Delta L \cdot F_n : (F_n - F_1)$

Tabella 3 - Configurazione dei terminali

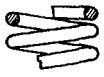
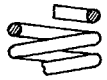
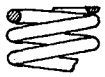
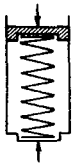
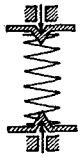
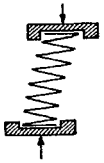
Terminale	chiuso	aperto	chiuso molato	aperto molato	rastremato chiuso mol.
					
i_m =	2	0	2	1,5	2
L_b	$(i_t + 1)d$		$(i_t - 0,5)d$		

Tabella 4 - Condizioni di vincolo delle estremità

incastrati e guidati	1 incastr incern. guid.	incernierati e guidati	incastrati non guidati	1 incastrato 1 libero
 z=2	z=1,5	 z=1	 z=1	z=0,5

$\varphi = 10 \quad 14,45 = 0,7$
$\lambda = 14,45 \quad 8 = 1,8$
z (in funz. dei vinc. tab. 4) = 2
$z \quad \lambda = 2 \quad 1,8 = 1,1$
Essendo 1,1 magg. di 0,385 si ha come risultato una molla stabile.

- Calcolo -
(regime dinamico di tensione)

dati. D, F_1, F_n, ΔL (corsa molla tra i due carichi F_1 e F_n in mm), N (frequenza di oscillazione in s^{-1}), tipo di materiale, τ_k e τ_{kn} (proporzionali a F_1 e F_n), configurazione dei terminali, condizioni di vincolo estremità della molla.
Si calcola W, c, e d con le formule note.

$$i = \frac{G}{8} \frac{d^4}{D^3} \frac{\Delta L}{F_n - F_1}$$

i_m e i_t con le formule note.
Per i_t è consigliabile l'uso di un numero intero di spire.

$f_1 = \Delta L \cdot F_1 \quad (F_n - F_1)$
$L_o = L_b + S + f_n$
f_b (freccia a blocco) = $L_o - L_b$
Si controlla la stabilità laterale con le form. note φ, λ, z λ, φ_{crit}.

Se la molla ha le due estremità appoggiate a due piattelli rigidi possiede una frequenza naturale di risonanza N valutabile con:

$$N = K \frac{d}{iD^2} \text{ dove } K = 3560\sqrt{\frac{G}{m_v}}$$

(m_v significa massa volumica del materiale. Per l'acciaio K è uguale a 363000)
Se la molla ha una estremità bloccata e una libera, N risultera la metà.
La frequenza di risonanza N dovrà essere sufficientemente più elevata della frequenza d'esercizio N_o onde evitare l'entrata in risonanza.

Calcolo delle molle di trazione ad elica cilindrica

Filo a sez. circolare (Ø ≤ 10 mm) avvolte a freddo (figure 5 e 6)

- Nomenclatura -

W_e = tensione di torsione
τ = coeff. in funz. di c (tab.2)
R_m = carico unitario di rottura del materiale (N/mm²)
L_k = lungh.libera corpo molla (mm)
L_g, L_{g_2} = altezza interna degli occhielli (mm)
F_1 = carico min. di esercizio (N)
Δf = variazione di freccia ($f_n - f_1$) (mm)

- Calcolo -
(regime statico di tensione)

Elementi dati. D_e, F_1, F_n, f_1, f_n τ_k e G del mat., tipo degli occh.
$W_e = (\pi:4)\, D_e(\tau_k \quad F_1)$
c (in funzione di W_e (tabella 1)
$d = D_e \quad (c + 1)$
$R_g = (F_n - F_1) \quad \Delta f$
$i = (Gd^4)\ (8D^3R_g)$ dove $D = D_e - d$
Se non esistono vincoli relativi alla posizione reciproca degli occhielli (tab.5) i, e definitivo.
In caso contrario si fissa i' e si calcola $D' = D(i.i')$
$d' = d(i.i')$ e si controlla se e accettabile il valore di τ_k calcolato con $\tau_k' = (8:\pi)k(D':d'^3)F_1$ dove
$k = (4c - 1)\ (4c - 4) + 0{,}615 \quad c$
$L_k = (i + 1)\ d$
L_{g_1}, L_{g_2} (vedi figg. 5, 6, 7)
$L_o = L_k + L_{g_1} + L_{g_2}$
τ (in funzione di c tab. 2)
$F_o = 10^{-3} d^2 \tau \cdot R_m$ *
(*) Per non ridurre eccessivamente il valore dato di f_n, F_o non deve superare il 10% di F_n.
$L_1 = L_o + (F_1 - F_o) \quad R_g$
$L_n = L_o + (F_n - F_o) \quad R_g$
Se L_1 e L_n risultano troppo bassi rispetto l'impiego previsto si puo: a) ridurre il valore di F_o, b) scegliere occhielli piu allungati. c) ridurre D_e e/o diminuire τ_k Il contrario di una o piu di queste operazioni, si esegue se L_1 e L_n sono risultati troppo alti.

- Scelta del materiale -

Il rapporto fra τ_k e R_m del materiale impiegato non deve superare le seguenti percentuali.

Acc. legato o non pretempr.	50%
Acc. legato o non patentato, acc. inox o fortemente legato..	45%
Bronzo al Si o fosf. ottone.	35%

- Modulo elastico tang. G -
- Tabella 5 -

N° spire attive e α tra gli occh.

α =	0°=360°	90°	180°	270°
i =	,0	,25	,50	,75

Esempio: i=20 con α =180, i = 20,5
Se c (D:d) e ≤ di 4, (a parita di posizione degli occhielli) deve essere dimin. 0,25 (escl.tipo 11)

- Esempio di calcolo -

Dati. D_e=20mm, F_n=160N, F_1=126N, f_n=28,44 mm, f_1=22,4 mm, acciaio classe C UNI 3823 τ_k =920 (45% di Rm 2045 N) G=80000, occh. tipo 11
α = 180°
W_e = 0,7854·400·7,30 = 2293
c (dalla tabella 1) = 9,34
d = 20:10,34=1,93 (arrot.a 1,9mm)
R_g = 34 6,04 = 5,629
i=1042568.267028=3,9 (arrot. a 4)
α = 180°, i = 0,5 + 4 = 4,5
L_k = 5,5 1,9 = 10,45 mm
$L_{g_1} = L_{g_2}$ = 1 16,2 = 16,2
L_o = 10,45+16,2+16,2 = 42,85 mm
F_o = 0,001 3,61 2,39·2045 = 17,64 (rid. 16 N)
L_1 = 42,85 + 19,54 = 62,39 mm
L_n = 42,85 + 25,58 = 68,43 mm

- Calcolo -
(regime dinamico di tensione -
Analogo a quello statico con in piu la verifica che la frequenza naturale di risonanza N in S^{-1} sia sufficientemente piu elevata della frequenza N_o di esercizio onde evitare l'entrata in risonanza della molla

$$N = K\,\frac{d}{iD^2} \qquad K = 3560\sqrt{\frac{G}{mv}}$$

(per l'acc. K e uguale a 363000)

Molle ad elica cilindr. di compress. e traz., filo a sez. circol.

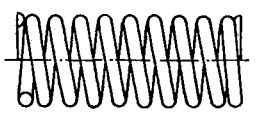


Fig. 1 -

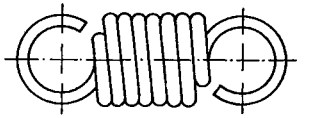


Fig. 2 -

Le norme UNI 8525 e 8526 stabiliscono un'ampia gamma di dimensioni allo scopo di evitare al progettista il relativo calcolo, e sono desunte dalla UNI 7900/1 a /7

- Significato dei simboli -

d = diametro del filo (mm)
D = diam. medio della molla (mm)
D_e = diam. ester.della molla (mm)
F_n = carico max di esercizio (N)
F_o = precarico (N)
i = n° di spire utili o attive
it = n° totale di spire
L_b = lunghezza a blocco (mm)
L_o = lungh. libera (indicat.) (mm)
L_n = lungh. sotto il car F_n (mm)
f_n = freccia sotto il car.F_n (mm)
R_g = rigidita (indicativa) (N/mm²)
S = luce min di esercizio (mm)
s = coeff. in funzione di c
c = rapporto di avvolgimento
m = massa della molla (g)

- Caratteristiche comuni -

(molle di compress. e trazione)
Serie I (leggera) molle con d minore di 0,5 mm.
Serie II (pesante) molle con d da 0,5 a 10 mm.

- Materiale -

Molle leggere: acciaio X12 Cr Ni 1707 UNI 6901 (a richiesta, acciaio C UNI 3823, in questo caso, moltiplicare F_n e R_g per 1,0884)
Molle pesanti. acciaio C UNI 3823 (a richiesta, acciaio X12 Cr Ni 1707 UNI 6901, in questo caso moltiplicare F_o, F_n e R_g per 0,9187)
Tutte le molle, dopo avvolgimento a freddo del filo, subiscono una ricottura di distensione.

- Tolleranze -

L_o, f_n e R_g sono indicativi perche modificabili dal costruttore.

Gli scostamenti ammessi sulle altre grandezze dei prospetti corrispondono al grado di precis. 2

- Superficie -

Di regola, le molle di acciaio inossidabile vengono fornite con superficie naturale, quelle di acciaio C con superficie oliate con olio antiruggine.

- Rivestimenti -

Previo accordo, le molle (in particolare quelle della serie II) possono essere fornite zincate, fosfatate, cadmiate, vernic. ecc.

- Temperatura di esercizio -

Molle utilizzabili per temperature da - 30 a + 80°C.

- Calcolo -

E' ipotizzato nell'uso della molle un regime statico di tensione.

- Designazione -

La designazione come riportata nelle molle di compressione o di trazione, escludono qualsiasi modifica alle prescriz. delle norme
Molle con prescrizioni diverse, possono essere concordate.
In tal caso la designazione sara integrata con le indicaz.relative

- Significato del term.rigidita -

Rigidita (R_g) e la variazione del carico sopportato da una molla che ne provoca la variazione elastica unitaria della lunghezza.

$R = \frac{F}{L}$ (N/mm²) e si calcola con la formula:

$$R = \frac{F_n - F}{f_n - f} \quad (N/mm^2)$$

dove ΔF = variazione del carico
ΔL = variazione di lunghezza

Molle ad elica cilindrica di compressione, filo a sez. circolare

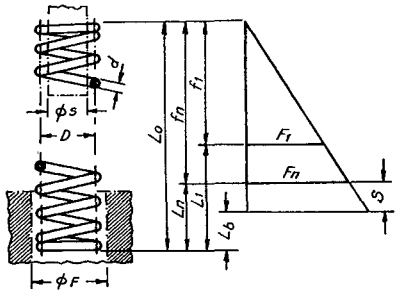


Figura 3 - Molle della serie I (leggera) diam. fili < 0,5 mm con terminali chiusi (non molati)

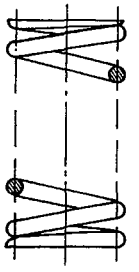


Figura 4 - Molle della serie II (pesante) diam. fili 0,5 a 10 mm con terminali chiusi molati.

(Riferimento UNI 8525)

Nota - Nel prospetto 2°, le molle con L_0, contrassegnato da asterisco (*), possono inflettersi lateralmente (1) e devono essere guidate mediante alloggiamento (ØF) oppure con una spina di guida (Øs)

- Classe delle molle -

Le molle della serie I, sono tutte di classr FN (fornite non assestate), mentre per la serie II.
- Per d < di 1,25 mm, di classe FN (fornite non assestate)
- per d ≥ di 1,25 mm, di classe FF (fornite assestate a freddo)

- Esecuzione -

Molle costruite a passo costante e avvolte a freddo.
Salvo diverso accordo, il senso di avvolgimento e destro.
Numero totale di spire $i_t = i + 2$
Lunghezza a blocco (L_b)
(serieI) $L_b = (i_t + 1)d$
(serieII) $L_b = (i_t - 0,5)d$

Le molle della classe II, a richiesta, possono essere fornite con trattamento di pallinatura.

- Prescrizioni particolari -

I prospetti 1° e 2° possono essere usati anche per calcol. molle diverse da quelle indicate.
Si mantengono gli stessi valori di d, D, Øs, ØF e della tensione massima di esercizio.
Si possono variare invece, secondo necessita, i valori di L_0, fn, i, Rg, m, nel modo seguente:
Si fissa il nuovo valore di rigidita (Rg') e si esegue:

$$i' = i\,\frac{Rg}{Rg'}\ ,\quad fn = \frac{Fn}{Rg'}\ ,\quad m' = m\,\frac{i'+2}{i+2}$$

$L_0' = (i'+3)d + fn' + S$ (serie I)
$L_0' = (i'+1,5)d + fn' + S$ (serieII)
dove $S = s\,i\,d$ (per d < di 1 mm)
$S = si\,(d + 0,5)$ (per d > di 1 mm)
$s = 0,01\,(0,15\,C^2 - 0,75\,C + 10)$
$C = D\ \ d$, $i_n = i + 2$

- Designazione -

Comprende anche le misure di d, D e L_0. Esempio:
Molla di compressione - UNI 8525-1,6x16x34.

(1) Flessibilita laterale -

E' il rapporto tra l'entita dello spostamento laterale di una base rispetto all'altra in una molla caricata assialmente ed il carico trasversale che lo ha originato.
Per controllare preventivamente l'inflessione laterale vedi, di seguito: $\varphi_{crit.}$ (calcolo molle di compressione)

Prospetto 1° - Molle di compressione. Serie I (leggere)

d	D	Fn	ØS	ØF	i = 3,5				i = 5,5			
					Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	mm	N	max	min	≃	≃	≃	N/mm	≃	≃	≃	N/mm
0,1	1,2	0,265	0,8	1,6	2,6	0,8	1,8	0,147	3,8	1,1	2,8	0,098
	1	0,304	0,7	1,4	2	0,8	1,2	0,255	2,9	1,0	1,9	0,167
	0,8	0,373	0,5	1,1	1,5	0,7	0,8	0,500	2,2	1,0	1,2	0,314
	0,63	0,451	0,4	0,9	1,2	0,7	0,4	1,020	1,7	1,0	0,7	0,647
	0,5	0,530	0,3	0,8	1	0,7	0,3	2,050	1,4	1,0	0,4	1,305
0,12	1,6	0,343	1,2	2,1	3,6	1,0	2,6	0,128	5,4	1,3	4,1	0,088
	1,2	0,441	0,8	1,6	2,4	0,9	1,4	0,314	3,5	1,2	2,2	0,196
	1	0,520	0,6	1,4	1,9	0,9	1,0	0,540	2,7	1,1	1,5	0,343
	0,8	0,628	0,5	1,1	1,5	0,9	0,6	1,050	2,1	1,2	0,9	0,667
	0,63	0,746	0,4	0,9	1,2	0,9	0,3	2,148	1,7	1,2	0,5	1,364
0,16	2	0,647	1,5	2,5	4,3	1,3	3,0	0,216	6,5	1,8	4,8	0,137
	1,6	0,785	1,1	2,1	3,1	1,2	1,9	0,412	4,7	1,7	3,0	0,265
	1,2	1,010	0,8	1,6	2,2	1,2	1,0	0,981	3,2	1,6	1,6	0,618
	1	1,177	0,6	1,4	1,9	1,2	0,7	1,687	2,7	1,6	1,1	0,079
	0,8	1,364	0,4	1,2	1,6	1,2	0,4	3,296	2,2	1,5	0,7	2,099
0,2	2,5	1,001	2,0	3,1	5,4	1,6	3,8	0,265	8,2	2,2	6,0	0,167
	2	1,236	1,5	2,6	4	1,5	2,4	0,510	5,9	2,1	3,8	0,324
	1,6	1,501	1,1	2,1	3	1,5	1,5	1,001	4,4	2,0	2,4	0,638
	1,2	1,599	0,8	1,7	2,3	1,5	0,8	2,364	3,2	1,9	1,3	1,511
	1	2,139	0,6	1,4	2	1,4	0,5	4,091	2,7	1,9	0,8	2,600
0,25	3,2	1,530	2,5	4,0	7,1	2,0	5,0	0,304	10,7	2,8	7,9	0,196
	2,5	1,923	1,9	3,1	4,9	1,9	3,0	0,638	7,3	2,6	4,7	0,412
	2	2,345	1,5	2,6	3,7	1,9	1,9	1,246	5,2	2,5	2,9	0,795
	1,6	2,815	1,1	2,1	3	1,8	1,2	2,443	4,3	2,4	1,8	1,550
	1,2	3,424	0,7	1,7	2,4	1,8	0,6	5,788	3,3	2,4	0,9	3,679
0,32	4	2,570	3,2	4,8	8,7	2,6	6,1	0,422	13,1	3,5	9,6	0,265
	3,2	3,159	2,4	4,0	6,3	2,5	3,9	0,814	9,4	3,3	6,1	0,520
	2,5	3,914	1,9	3,1	4,7	2,4	2,3	1,717	6,8	3,2	3,6	1,089
	2	4,689	1,4	2,6	3,7	2,3	1,4	3,355	5,3	3,1	2,2	2,139
	1,6	5,474	1,0	2,2	3,1	2,3	0,8	6,553	4,4	3,1	1,3	4,169
0,4	5	4,012	4,1	6,0	10,9	3,2	7,7	0,520	16,4	4,4	12,0	0,334
	4	4,934	3,2	5,0	7,9	3,1	4,8	1,020	11,7	4,2	7,6	0,647
	3,2	6,004	2,5	4,0	6	3,0	3,0	2,001	8,7	4,0	4,7	1,275
	2,5	7,328	1,8	3,3	4,7	2,9	1,7	4,189	6,7	3,9	2,7	2,668
	2	8,554	1,3	2,8	3,9	2,9	1,0	8,182	5,5	3,8	1,6	5,209

d = diametro del filo (mm)
D = diam. medio d'avvolgim. (mm)
Fn = carico max d'esercizio (N)
ØS = diametro max spina, se la molla e da guidare (mm)
ØF = diametro min del foro se la molla e da guidare (mm)

i = numero spire utile o attive
Lo = lunghezza libera (mm)
Ln = Lunghezza di esercizio sotto il carico Fn(ind.) (mm)
fn = freccia sotto il carico Fn (mm)
Rg = rigidita (indicativa) (N/mm)

segue: Prospetto 1°

segue: Prospetto 1° - Molle di compressione. Serie I (leggere)

d	i = 8,5				i = 12,5				i = 18,5			
	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	≃	≃	≃	N/mm	≃	≃	≃	N/mm	≃	≃	≃	N/mm
	5,8	5,3	4,3	0,059	8,4	2,1	6,3	0,039	12,2	2,9	9,3	0,029
	4,4	1,4	2,9	0,108	6,3	2,0	4,3	0,069	9,2	2,8	6,4	0,049
0,1	3,2	1,4	1,8	0,206	4,6	1,9	2,7	0,137	6,6	2,7	4,0	0,096
	2,4	1,3	1,1	0,422	3,4	1,8	1,6	0,284	4,9	2,6	2,4	0,196
	2	1,3	0,6	0,844	2,7	1,8	0,9	0,569	3,9	2,5	1,4	0,383
	8,2	1,9	6,3	0,059	11,8	2,6	9,3	0,039	17,4	3,6	13,7	0,029
	5,2	1,7	3,5	0,128	7,5	2,4	5,1	0,088	10,9	3,3	7,5	0,059
0,12	4	1,7	2,4	0,226	5,8	2,3	3,5	0,147	8,4	3,2	5,1	0,098
	3,1	1,6	1,5	0,432	4,4	2,2	2,1	0,294	6,3	3,1	3,2	0,196
	2,4	1,6	0,8	0,883	3,4	2,2	1,2	0,598	4,9	3,0	1,8	0,402
	9,8	2,4	7,4	0,088	14,2	3,4	10,9	0,059	20,9	4,8	16,1	0,039
	7	2,3	4,7	0,167	10	3,2	6,8	0,118	14,6	4,5	10,1	0,078
0,16	4,7	2,2	2,5	0,402	6,7	3,0	3,7	0,275	9,7	4,2	5,5	0,188
	3,8	2,2	1,7	0,697	5,4	2,9	2,5	0,471	7,8	4,1	3,7	0,324
	3,1	2,1	1,0	1,354	4,4	2,9	1,5	0,922	6,2	4,0	2,2	0,628
	12,4	3,1	9,3	0,108	17,9	4,2	13,7	0,069	26,2	5,9	20,3	0,049
	8,7	2,9	5,9	0,206	12,6	4,0	8,6	0,147	18,3	5,6	12,7	0,098
0,2	6,4	2,8	3,6	0,412	9,2	3,8	5,4	0,284	13,3	5,3	7,9	0,186
	4,6	2,7	1,9	0,971	6,5	3,7	2,8	0,667	9,3	5,1	4,2	0,451
	3,9	2,6	1,3	1,687	5,5	3,6	1,9	1,148	7,8	5,0	2,8	0,775
	16,1	3,8	12,2	0,128	23,3	5,3	18,0	0,088	34,1	7,5	26,6	0,059
	10,9	3,6	7,3	0,265	15,7	5,0	10,8	0,177	22,9	7,0	15,9	0,118
0,25	8	3,5	4,6	0,510	11,4	4,7	6,7	0,353	16,6	6,7	9,9	0,235
	6,2	3,4	2,8	1,001	8,7	4,8	4,1	0,687	12,5	6,5	6,1	0,461
	4,7	3,3	1,4	2,384	6,6	4,5	2,1	1,619	9,4	6,3	3,1	1,099
	19,8	4,9	14,9	0,177	28,6	6,7	21,9	0,118	41,9	9,5	32,4	0,078
	14	4,6	9,4	0,334	20,1	6,3	13,8	0,226	29,3	8,9	20,4	0,157
0,32	10	4,4	5,5	0,706	14,2	6,1	8,2	0,481	20,6	8,5	12,1	0,324
	7,7	4,3	3,4	1,383	10,9	5,9	5,0	0,942	15,6	8,2	7,4	0,638
	6,3	4,2	2,0	2,698	8,7	5,8	3,0	1,834	12,5	8,1	4,4	1,236
	24,7	6,1	18,6	0,216	35,8	8,4	27,4	0,147	52,4	11,9	40,5	0,098
	17,5	5,8	11,7	0,422	25,1	7,9	17,2	0,284	36,6	11,2	25,5	0,196
0,4	12,8	5,5	7,3	0,824	18,3	7,6	10,7	0,559	26,5	10,7	15,9	0,383
	9,6	5,4	4,2	1,727	13,6	7,3	6,2	1,177	19,5	10,3	9,2	0,795
	7,8	5,3	2,5	3,375	10,9	7,2	3,7	2,296	15,6	10,1	5,5	1,550

- Molle di compressione -
m = massa = D π i ml (g)
dove: D = diametro medio (mm)
d = diametro del filo (mm)
i = numero delle spire (+ 2 se con terminali chiusi)
ml = massa lineica (kg/m)

Esempio di molla con terminali chiusi avente:
D = 25 mm,
d = 2 mm,
i = 5,5 + 2,
ml (acciaio Ø 2) = 0,0247 g.
m = 25xπx7,5x0,0247 = 14,5 grammi

segue: Prospetto 2°

Prospetto 2° - Molle di compressione. Serie II (pesante)

d	D	Fn	ØS	ØF	i = 3,5				i = 5,5			
					Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	mm	N	max	min	≃	≃	≃	N/mm	≃	≃	≃	N/mm
	6,3	6,573	5,3	7,5	13,5	4,3	9,2	0,726	20*	6,0	14,0	0,461
	5	8,044	4,0	6,2	9,4	3,9	5,5	1,462	14	5,4	8,6	0,932
0,5	4	9,319	3,1	5,0	7	3,7	3,3	2,835	10	5,1	4,9	1,815
	3,2	10,006	2,4	4,1	5,5	3,7	1,8	5,572	7,9	5,1	2,8	3,532
	2,5	10,400	1,7	3,4	4,4	3,5	0,9	1,158	6,1	4,7	1,4	7,426
	8	10,006	6,8	9,4	16	5,1	10,9	0,893	24,5*	7,1	17,4	0,569
	6,3	12,459	5,1	7,6	11,5	4,6	6,9	1,834	17	6,2	10,8	1,167
0,63	5	15,500	3,9	6,1	8,5	4,3	4,2	3,688	12,5	5,8	6,7	2,354
	4	17,167	3,0	5,0	6,7	4,3	2,4	7,16	9,6	5,8	3,8	4,552
	3,2	20,993	2,3	4,2	5,5	4,0	1,5	14,03	7,8	5,4	2,4	8,907
	10	15,40	8,6	11,6	20	6,9	13,1	1,197	30*	9,8	20,2	0,755
	8	19,52	6,6	9,6	14,5	6,1	8,4	2,325	21,5	8,4	13,1	1,481
0,8	6,3	24,03	5,0	7,7	10,5	5,6	4,9	4,768	15,5	7,7	7,8	3,031
	5	26,00	3,8	6,3	8,3	5,6	2,7	9,535	12	7,7	4,3	6,072
	4	31,88	2,8	5,3	6,9	5,2	1,7	18,54	9,7	7,0	2,7	11,87
	12,5	21,97	10,8	14,4	24	9,4	14,6	1,491	36,5	13,4	23,1	0,952
	10	27,37	8,4	11,8	17,5	8,0	9,5	2,904	26	11,2	14,8	1,854
1	8	33,16	6,5	9,6	13	7,3	5,7	5,68	19	10,1	8,9	3,610
	6,3	34,14	4,9	7,8	10	7,3	2,7	11,58	14,5	10,1	4,4	7,397
	5	43,75	3,6	6,5	8,5	6,6	1,9	23,25	12	9,0	3,0	14,81
	16	54,25	14,1	18,2	40,5	9,1	31,4	1,727	62*	12,9	49,1	1,099
	12,5	69,06	10,6	14,6	27	8,2	18,8	3,630	41,5	11,6	29,9	2,315
1,25	10	85,45	8,2	11,9	20	7,7	12,3	7,093	29,5	10,8	18,7	4,513
	8	104,97	6,1	9,9	15	7,4	7,6	14,32	22	10,5	11,5	8,927
	6,3	133,42	4,7	8,1	12	7,2	4,8	29,04	17	9,8	7,2	18,05
	20	84,86	17,5	22,6	48*	12,4	35,6	2,384	73,5*	17,6	55,9	1,521
	16	105,95	13,7	18,5	34	11,0	23,0	4,650	51,5*	15,5	36,0	2,963
1,6	12,5	135,38	10,3	14,7	24	10,0	14,0	9,761	36	14,1	21,9	6,229
	10	169,71	7,9	12,1	18,5	9,4	9,1	19,13	27	13,2	13,8	12,16
	8	211,90	5,9	10,1	14,5	9,0	5,5	37,28	21,5	12,6	6,9	23,74
	25	127,53	22,0	28,0	58*	15,0	43,0	2,982	88,5*	21,4	67,1	1,903
	20	158,92	17,1	22,9	41	13,6	27,4	5,827	62*	19,2	42,8	3,708
2	16	198,16	13,4	18,6	30	12,5	17,5	11,38	45	17,7	27,3	7,240
	12,5	254,08	9,9	15,1	22,5	11,7	10,8	23,94	33	16,4	16,6	15,21
	10	317,84	7,5	12,5	18	11,2	6,8	46,60	26,5	15,6	10,9	29,72

le molle la cui lunghezza libera Lo e contrassegnata con asterisco (*) possono inflettersi lateralmente (vedi descrizione molle ad elica cilindrica di compressione) Pertanto esse devono essere guidate mediante:

un'alloggiamento (ØF) oppure con una spina o mandrino (ØS)
Per un controllo preventivo della stabilita laterale vedere:
φ crit. (rapporto critico di inflessione laterale nel calcolo delle molle di compressione)

segue: Prospetto 2

segue: Prospetto 2° - Molle di compressione. Serie II (pesante)

d	i = 8,5				i = 12,5				i = 18,5			
	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm
0,5	30*	8,7	21,3	0,304	44*	12,2	31,8	0,206	65*	17,4	47,6	0,137
	20,5*	7,6	12,9	0,608	30*	10,6	19,4	0,412	44,5*	15,1	29,4	0,275
	15	7,1	7,9	1,167	21,5*	9,8	11,7	0,795	31*	14,0	17,0	0,540
	11,5	7,1	4,4	2,286	16	9,8	6,2	1,560	23,5*	14,0	9,5	1,050
	8,7	6,5	2,2	4,797	12	9,0	3,0	3,267	17,5*	12,8	4,7	2,207
0,63	37*	10,2	26,8	0,373	55*	14,3	40,7	0,245	80,5*	20,6	59,9	0,167
	25,5*	8,9	16,6	0,755	36,5*	12,3	24,2	0,510	54*	17,7	36,3	0,343
	18,5	8,2	10,3	1,521	26*	11,3	14,7	1,030	38,5*	16,2	22,3	0,697
	14	8,2	5,8	2,943	20	11,3	8,7	2,001	29*	16,2	12,8	1,354
	11	7,5	3,5	5,768	15,5	10,3	5,2	3,934	22,5*	14,7	7,8	2,649
0,8	45,5*	14,3	31,2	0,490	66*	19,9	46,1	0,334	96,5*	28,5	68,0	0,226
	32	12,0	20,0	0,961	47*	16,7	30,3	0,647	68*	23,8	44,2	0,441
	23	10,9	12,1	1,962	33*	15,1	17,9	1,334	48*	21,5	26,5	0,903
	17,5	10,9	6,6	3,924	24,5	15,1	9,4	2,668	36*	21,5	14,5	1,805
	14	9,8	4,2	7,671	19,5	13,5	6,0	5,219	28*	19,1	8,9	3,522
1	55,5*	19,4	36,1	0,608	80,5*	27,4	53,1	0,412	115*	39,4	75,6	0,284
	39	16,0	23,0	1,197	56*	22,4	33,6	0,814	81,5*	32,0	79,5	0,549
	28,5	14,3	14,2	2,335	40,5*	19,9	20,6	1,589	59*	28,3	30,7	1,079
	21,5	14,3	7,2	4,787	30,5	19,9	10,6	3,257	43,5*	28,3	15,2	2,197
	17	12,6	4,4	9,575	24	17,4	6,6	6,514	34,5*	24,6	9,9	4,405
1,25	94*	18,5	75,5	0,716	140*	26,0	114	0,481	205*	37,3	168	0,324
	62,5*	16,5	46,0	1,149	90,5*	23,1	67,4	1,020	130*	32,9	97,1	0,687
	44,5*	15,2	29,3	2,923	64*	21,1	42,9	1,991	93,5*	30,0	63,5	1,344
	33	14,9	18,1	5,837	47,5*	21,0	26,5	3,963	69*	30,0	39,0	2,688
	25	13,8	11,2	11,77	35,5	19,2	16,3	8,093	51,5*	27,1	24,4	5,395
1,6	110*	25,5	84,5	0,991	165*	36,0	129	0,667	240*	51,8	188	0,451
	77,5*	22,2	55,3	1,923	110*	31,2	78,8	1,305	165*	44,6	120	0,883
	53,5*	20,1	33,4	4,042	78*	28,0	50,0	2,727	115*	39,9	75,1	1,844
	40,5	18,9	21,6	7,877	58,5*	26,5	32,0	5,337	85*	37,9	47,1	3,610
	31,3	17,9	13,6	15,40	45	24,8	20,2	10,40	65,5*	35,2	30,3	7,053
2	135*	31,0	104	1,226	195*	43,8	151	0,834	290*	63,0	227	0,569
	94*	27,6	66,4	2,394	135*	38,8	96,2	1,628	200*	55,6	144	1,099
	68*	25,5	42,5	4,689	98*	35,5	62,1	3,188	145*	51,4	93,6	2,158
	49,5	23,5	26,0	9,810	71*	33,0	38,0	6,690	105*	47,2	57,8	4,522
	38,5	22,0	16,5	19,23	55	30,6	24,4	13,05	79,5*	43,4	36,1	8,809

Le molle la cui lunghezza libera Lo é contrassegnata con asterisco (*) possono inflettersi lateralmente (vedi descrizione molle ad elica cilindrica di compressione) Pertanto esse devono essere guidate mediante: un'alloggiamento (ØF) oppure con una spina o mandrino (ØS).
Per un controllo preventivo della stabilità laterale vedere: φ crit. (rapporto critico di inflessione laterale nel calcolo delle molle di compressione).

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di compressione. Serie II (pesante)

d	D	Fn	ØS	ØF	i = 3,5				i = 5,5			
					Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	mm	N	max	min	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm
2,5	32	182,47	28,3	36,0	71,5*	19,3	52,2	3,483	110*	27,9	82,1	2,217
	25	233,48	21,6	28,4	49	16,8	32,2	7,289	74,5*	24,0	50,5	4,640
	20	292,34	16,8	23,2	36	15,5	20,5	14,22	54	21,9	32,1	9,055
	16	364,93	12,9	19,1	27,5	14,6	12,9	27,76	41	20,5	20,5	17,66
	12,5	467,94	9,4	15,6	22	14,0	8,0	58,37	32	19,5	12,5	37,18
3,2	40	219,74	35,6	44,6	82*	21,2	60,8	4,758	125*	29,7	95,3	3,031
	32	361,01	27,6	36,5	58,5	19,8	38,7	9,310	88,5*	27,4	61,1	5,925
	25	461,07	21,1	28,9	42,5	19,1	23,4	19,42	63,5	26,3	37,2	12,36
	20	576,83	16,1	23,9	33,5	18,5	15,0	38,16	49,5	25,9	23,6	24,23
	16	721,03	12,2	19,8	27,5	17,8	9,7	74,36	40	24,9	15,1	47,38
4	50	426,73	44,0	56,0	99*	27,4	71,6	5,955	150*	38,6	111	3,787
	40	532,68	34,8	35,2	71	25,2	45,8	11,67	105*	35,1	69,9	7,407
	32	666,10	27,0	37,0	53,5	24,0	29,5	22,76	79,5	33,3	46,2	14,42
	25	852,49	20,3	29,7	41	22,9	18,1	47,68	60,5	32,2	28,3	30,31
	20	1069,3	15,3	24,7	33,5	22,2	11,3	93,10	49	31,0	18,0	59,25
5	63	622,93	56,0	70,0	120*	32,3	87,7	7,269	180*	45,3	135	4,630
	50	784,80	43,0	57,0	85	30,9	54,1	14,52	130	43,2	86,8	9,251
	40	981,0	34,0	46,0	64	29,6	34,4	28,35	95,5	41,1	54,4	18,05
	32	1228,2	26,0	38,0	51	28,7	22,3	55,43	75	40,2	34,8	35,32
	25	1569,6	19,3	30,7	41	27,8	13,4	116,7	60	38,5	21,5	74,07
6,3	80	931,95	71,0	89,0	145	42,0	103	8,957	220*	59,5	160	5,700
	63	1177,2	55,0	71,5	105	40,0	65,0	18,34	155	56,0	99,0	11,67
	50	1481,3	42,0	58,0	80	38,0	42,0	36,69	115	53,0	62,0	23,35
	40	1854,1	32,6	47,5	60	36,0	24,0	71,71	90	50,3	39,7	45,62
	32	2315,2	24,6	39,5	50	35,0	15,0	140,3	75	49,0	26,0	89,17
8	100	1412,6	89,0	111	170	52,0	118	11,87	260*	73,0	187	7,583
	80	1765,8	69,0	91,0	125	49,0	76,0	23,25	180	69,0	111	14,81
	63	2236,7	53,0	73,0	95	47,0	48,0	47,68	140	66,0	74,0	30,31
	50	2825,3	40,5	60,0	75	45,0	30,0	95,35	110	63,2	46,8	60,82
	40	3531,3	31,2	49,0	65	44,0	21,0	185,4	90	61,2	28,9	118,7
10	125	2079,7	111	140	205	67,0	138	14,91	315	95,0	220	9,486
	100	2599,6	87,0	114	150	63,0	87,0	29,04	230	89,0	141	18,54
	80	3247,1	67,5	93,0	115	59,0	56,0	56,80	175	83,0	92,0	36,20
	63	4120,2	51,0	75,0	96	56,3	39,7	115,8	135	79,0	56,0	73,97
	50	5199,3	38,0	62,0	75	55,0	20,0	232,5	110	76,0	34,0	148,1

Le molle la cui lunghezza libera Lo é contrassegnata con asterisco (*) possono inflettersi lateralmente (vedi descrizione molle ad elica cilindrica di compressione) Pertanto esse devono essere guidate mediante: un'alloggiamento (ØF) oppure con una spina o mandrino (ØS).
Per un controllo preventivo della stabilità laterale vedere: φ crit. (rapporto critico di inflessione laterale nel calcolo delle molle di compressione.

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di compressione. Serie II (pesante)

d	i = 8,5				i = 12,5				i = 18,5			
	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	=	=	=	N/mm	=	=	=	N/mm	=	=	=	N/mm
2,5	170*	40,7	129	1,432	245*	58,1	187	0,971	360*	83,9	276	0,657
	115*	34,8	80,2	3,002	165*	49,2	116	2,040	240*	70,8	169	1,383
	81,5*	31,5	50,0	5,857	120*	44,3	75,7	3,983	175*	63,6	111	2,688
	61	29,3	31,7	11,48	88*	41,1	46,9	7,779	130*	58,9	71,1	5,248
	47,5	27,8	19,7	24,03	67,5	38,7	28,8	16,28	98*	55,1	42,9	10,99
3,2	190*	42,3	148	1,962	275*	59,2	216	1,334	405*	84,5	321	0,903
	135*	38,8	96,2	3,826	190*	54,1	136	2,609	280*	77,0	203	1,756
	94,5*	37,1	57,4	8,025	135*	51,6	83,4	5,454	200*	73,2	127	3,679
	74	37,1	56,9	15,70	105*	51,6	53,4	10,69	155*	73,2	81,8	7,210
	59	35,4	23,6	30,71	83,5	49,0	34,5	20,80	120*	69,4	50,6	14,13
4	230*	55,4	175	2,452	335*	77,8	257	1,668	490*	111	379	1,128
	160*	50,0	110	4,787	235*	69,8	165	3,257	340*	99,6	240	2,197
	120	47,2	72,8	9,349	170*	65,8	104	6,357	250*	93,6	156	4,297
	89,5	46,0	43,5	19,62	130*	64,5	65,5	13,34	185*	92,1	92,9	9,025
	72	44,2	27,8	38,36	105	61,7	43,3	26,09	150*	87,7	62,3	17,56
5	275*	64,8	210	2,992	395*	90,8	304	2,031	585*	130	455	1,373
	195*	61,6	133	5,984	280*	86,1	194	4,071	410*	123	287	2,747
	140	58,4	81,6	11,67	205*	81,4	124	7,946	300*	116	184	5,366
	110	57,5	52,5	22,86	160*	80,5	79,5	15,50	230*	115	115	10,50
	87,5	54,9	32,6	47,87	125	76,7	48,3	32,57	180*	109	71,0	21,97
6,3	335*	85,5	250	3,689	490*	120	370	2,511	720*	172	548	1,697
	235*	80,5	155	7,554	340*	113	227	5,131	500*	161	339	3,473
	175	75,0	100	15,11	250*	105	145	10,30	365*	150	215	6,945
	135	71,8	63,2	29,53	195	100	95,0	20,11	280*	143	137	13,54
	110	69,0	41,0	57,68	155	97,0	58,0	39,24	225*	137	88,0	26,49
8	390*	104	286	4,905	570*	147	423	3,335	835*	210	625	2,256
	285*	99,0	186	9,584	410*	139	271	6,514	600*	199	401	4,405
	205	93,5	112	19,62	300*	131	169	13,34	435*	187	248	9,025
	160	90,0	70,0	39,24	230	127	103	26,68	335*	181	154	18,05
	135	87,0	48,0	76,71	190	122	68,0	52,19	275*	174	101	36,20
10	475*	137	338	6,131	690*	193	497	4,169	1015*	277	738	2,825
	345	128	217	11,97	500*	180	320	8,142	730*	258	472	5,503
	255	119	136	23,45	370	167	203	15,89	540*	238	302	10,79
	200	112	88,0	47,87	285	157	128	32,57	410*	225	185	21,97
	165	109	56,0	95,75	230	152	78,0	65,14	335*	217	118	43,95

Le molle la cui lunghezza libera Lo é contrassegnata con asterisco (*) possono inflettersi lateralmente (vedi descrizione molle ad elica cilindrica di compressione) Pertanto esse devono essere guidate mediante:

un'alloggiamento (ØF) oppure con una spina o mandrino (ØS).
Per un controllo preventivo della stabilità laterale vedere:
φcrit. (rapporto critico di inflessione laterale nel calcolo delle molle di compressione).

segue: Molle di trazione

Molle ad elica cilindrica di trazione, filo a sez. circolare

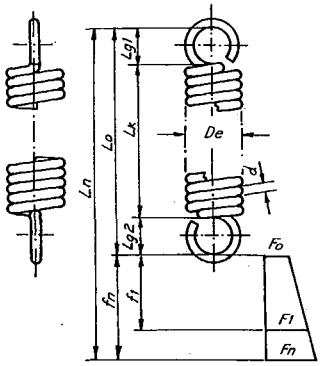


Figura 5 - Molle della serie I (leggera) Ø fili < 0,5 mm, con occhielli curvati sull'asse, tipo 11 UNI 7900. Lg = 1,1 Di.

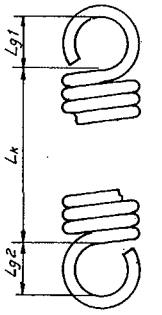


Figura 6 - Molle della serie II (pesante) Ø fili 0,5 a 10 mm, con occhielli tipo 2 UNI 7900. Lg = = (0,8 a 1,1) Di.

(Riferimento UNI 8526)

Esecuzione: Costruite con precarico (F_o). Avvolte a freddo di classe R (acciaio incrudito per trafilatura o pretrattato).
Senso di avvolgimento destro.
La posizione degli occhielli é quella corrispondente ad un angolo di 180°.

- Designazione -

Comprende anche le misure di d, De, Lo. Esempio: Molla di trazione - UNI 8526 - 1,6x21,6x44.

- Prescrizioni particolari -

I prospetti 1° e 2° possono essere usati anche per calcolare molle diverse da quelle indicate.
Si mantiene gli stessi valori di d, De, F_o, F_n e della tensione massima di esercizio.
Si possono variare invece, secondo la necessità i valori di L_o, f_n, i, R_g, m, nel modo seguente:
Si fissa il nuovo valore di rigidità (R_g') e si esegue:

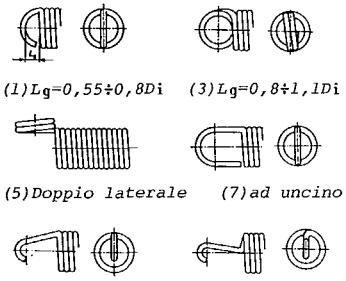
$$i' = i \frac{R_g}{R_g'} \qquad f_n' = \frac{F_n - F_o}{R_g'}$$

$$m' = m \quad (i' + 2) : (i + 2).$$

$L_o' = (i'+1)d + 2{,}2(D_e-2d)$ per la serie I.
$L_o' = (i'+1)d + 2(D_e-2d)$ per la serie II.
Di regola, con questo procedimento di calcolo non si conserva il valore di 180° per l'angolo tra gli occhielli.

- Nota -

Gli occhielli tipo 1, 3, 5, 7, 10 11, 12 (UNI 7900) hanno tensioni di flessione molto simili tra loro. Pertanto possono essere usati se d'accordo utilizzatore e costruttore. (Fig. 7)



(1)Lg=0,55÷0,8Di (3)Lg=0,8÷1,1Di

(5)Doppio laterale (7)ad uncino

(10)uncino triang. (12)unc. curv.

Prospetto 1° - Molle di trazione. Serie I (leggere)

d	De	Fn	Fo	i = 3,5				i = 5,5			
				Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	mm	N	N	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm
0,1	1,3	0,239	0,024	2,9	4,4	1,5	0,147	3,1	5,3	2,2	0,098
	1,1	0,247	0,027	2,4	3,4	1,0	0,255	2,6	4,1	1,5	0,167
	0,9	0,336	0,034	2	2,6	0,6	0,500	2,2	3,2	1,0	0,314
	0,73	0,406	0,041	1,6	2,0	0,4	1,020	1,8	2,4	0,6	0,647
	0,6	0,477	0,048	1,3	1,5	0,2	2,050	1,5	1,8	0,3	1,305
0,12	1,72	0,309	0,031	3,8	6,0	2,2	0,128	4	7,2	3,2	0,088
	1,32	0,397	0,040	2,9	4,0	1,1	0,314	3,2	5,0	1,8	0,196
	1,12	0,468	0,047	2,5	3,3	0,8	0,540	2,7	3,9	1,2	0,343
	0,92	0,565	0,057	2	2,5	0,5	1,050	2,3	3,0	0,7	0,667
	0,75	0,671	0,067	1,6	1,9	0,3	2,148	1,9	2,3	0,4	1,364
0,16	2,16	0,582	0,058	4,8	7,2	2,4	0,216	5,1	8,9	3,8	0,137
	1,76	0,707	0,071	3,9	5,4	1,5	0,412	4,2	6,6	2,4	0,265
	1,36	0,909	0,091	3	3,8	0,8	0,981	3,3	4,6	1,3	0,618
	1,16	1,059	0,106	2,6	3,1	0,5	1,687	2,9	3,8	0,9	1,079
	0,96	1,228	0,123	2,1	4,5	0,4	3,296	2,4	3,0	0,6	2,099
0,2	2,7	0,901	0,090	6	9,1	3,1	0,265	6,4	11,3	4,9	0,167
	2,2	1,112	0,111	4,9	6,9	2,0	0,510	5,3	8,4	3,1	0,324
	1,8	1,351	0,135	4	5,2	1,2	1,001	4,4	6,3	1,9	0,638
	1,4	1,439	0,144	3,1	3,7	0,6	2,364	3,5	4,4	0,9	1,511
	1,2	1,925	0,193	2,7	3,1	0,4	4,091	3,1	3,8	0,7	2,600
0,25	3,45	1,337	0,138	7,6	11,7	4,1	0,304	8,1	14,4	6,3	0,196
	2,75	1,731	0,173	6,1	8,5	2,4	0,638	6,6	10,4	3,8	0,412
	2,25	2,111	0,211	5	6,5	1,5	1,246	5,5	7,9	2,4	0,795
	1,85	2,534	0,253	4,1	5,0	0,9	2,443	4,6	6,1	1,5	1,550
	1,45	3,082	0,308	3,2	3,7	0,5	5,788	3,7	4,5	0,8	3,679
0,32	4,32	2,313	0,231	9,5	14,4	4,9	0,422	10,2	18,1	7,9	0,265
	3,52	2,843	0,284	7,8	10,9	3,1	0,814	8,4	13,3	4,9	0,520
	2,82	3,523	0,352	6,2	8,0	1,8	1,717	6,9	9,8	2,9	1,089
	2,32	4,220	0,422	5,1	6,2	1,1	3,355	5,8	7,6	1,8	2,139
	1,92	4,927	0,493	4,3	5,0	0,7	6,553	4,9	6,0	1,1	4,169
0,4	5,4	3,611	0,361	11,9	18,1	6,2	0,520	12,7	22,4	9,7	0,334
	4,4	4,441	0,444	9,7	13,6	3,9	1,020	10,5	16,7	6,2	0,647
	3,6	5,404	0,550	8	10,4	2,4	2,001	8,8	12,6	3,8	1,275
	2,9	6,595	0,660	6,4	7,8	1,4	4,189	7,2	9,4	2,2	2,668
	2,4	7,699	0,770	5,3	6,1	0,8	8,182	6,1	7,4	1,3	5,209

Grandezze:
d = diametro del filo (mm)
De = diametro esterno di avvolgimento (mm)
Fn = carico max d'esercizio (N)
Fo = precarico
i = numero spire utili o attive

Lo = lunghezza libera (ind.) (mm).
Ln = lunghezza di esercizio sotto il carico Fn (in.) (mm)
fn = freccia sotto il carico Fn (indicativo) (mm)
Rg = rigidità (indicativo) (N/mm)

segue: Prospetto 1°

segue: Prospetto 1° - Molle di trazione. Serie I (leggere)

d	i = 8,5				i = 12,5				i = 18,5			
	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm
0,1	3,4	7,0	3,6	0,059	3,8	9,3	5,5	0,039	4,4	11,8	7,4	0,029
	2,9	5,2	2,3	0,108	3,3	6,9	3,6	0,069	3,9	9,0	5,1	0,049
	2,5	4,0	1,5	0,206	2,9	5,1	2,2	0,137	3,5	6,6	3,1	0,098
	2,1	3,0	0,9	0,422	2,5	3,8	1,3	0,284	3,1	5,0	1,9	0,196
	1,8	2,3	0,5	0,844	2,2	3,0	0,8	0,569	2,8	3,1	1,1	0,383
0,12	4,4	9,1	4,7	0,059	4,9	12,0	7,1	0,039	5,6	15,2	9,6	0,029
	3,5	6,3	2,8	0,128	4	8,1	4,1	0,088	4,7	10,8	6,1	0,059
	3,1	4,9	1,8	0,226	3,6	6,4	2,8	0,147	4,3	8,6	4,3	0,098
	2,6	3,8	1,2	0,432	3,1	2,8	1,7	0,294	3,8	6,4	2,6	0,196
	2,2	2,9	0,7	0,883	2,7	3,7	1,0	0,598	3,5	5,0	1,5	0,402
0,16	5,6	11,5	5,9	0,088	6,2	15,1	8,9	0,059	7,2	20,6	13,4	0,039
	4,7	8,5	5,8	0,167	5,3	10,7	5,4	0,118	6,3	14,4	8,1	0,078
	3,8	5,8	2,0	0,402	4,4	7,4	3,0	0,275	5,4	9,8	4,4	0,186
	3,4	4,7	1,3	0,697	4	6,0	2,0	0,471	5	7,9	2,9	0,324
	2,9	3,7	0,8	1,354	3,6	4,8	1,2	0,922	4,5	6,3	1,8	0,628
0,2	7	14,5	7,5	0,108	7,8	19,6	11,8	0,069	9	25,6	16,6	0,049
	5,9	10,8	4,9	0,206	6,7	13,5	6,8	0,147	7,9	18,1	10,2	0,098
	5	8,0	3,0	0,412	5,8	10,1	4,3	0,284	7	13,5	6,5	0,186
	4,1	5,4	1,3	0,971	4,9	6,8	1,9	0,667	6,1	9,0	2,9	0,451
	3,7	4,7	1,0	1,687	4,5	6,0	1,5	1,148	5,7	7,9	2,2	0,775
0,25	8,9	18,6	9,7	0,128	9,9	24,0	14,1	0,088	11,4	32,4	21,0	0,059
	7,3	13,2	5,9	0,265	8,3	17,1	8,8	0,177	9,8	23,0	13,2	0,118
	6,2	9,9	3,7	0,510	7,2	12,6	5,4	0,353	8,7	16,8	8,1	0,235
	5,3	7,6	2,3	1,001	6,3	9,6	3,3	0,687	7,8	12,7	4,9	0,461
	4,5	5,7	1,2	2,384	5,5	7,2	1,7	1,619	7	9,5	2,5	1,099
0,32	11,1	22,9	11,8	0,177	12,4	30,0	17,6	0,118	14,3	41,0	26,7	0,078
	9,4	17,1	7,7	0,334	10,7	22,0	11,3	0,226	12,6	28,9	16,3	0,157
	7,8	12,3	4,5	0,706	9,1	15,7	6,6	0,481	11	20,8	9,8	0,324
	6,7	9,4	2,7	1,383	8	12,0	4,0	0,942	9,9	15,9	6,0	0,633
	5,9	7,5	1,6	2,698	7,1	9,5	2,4	1,834	9,1	12,7	3,6	1,236
0,4	13,9	28,9	15,0	0,216	15,5	37,6	22,1	0,147	17,9	51,0	33,1	0,098
	11,7	21,2	9,5	0,422	13,3	27,4	14,1	0,284	15,7	36,1	20,4	0,196
	10	15,9	5,9	0,824	11,6	20,3	8,7	0,559	14	26,7	12,7	0,383
	8,4	11,8	3,4	1,727	10	15,0	5,0	1,177	12,4	19,9	7,5	0,795
	7,3	9,4	2,1	3,375	8,9	11,9	3,0	2,296	11,3	15,8	4,5	1,550

Nota -
Il precarico Fo é approssimato a:
$Fo = 10^{-3} \cdot d^2 \cdot \gamma \cdot Rm$ (N)
dove:
d^2 é il diametro del filo al quadrato.
γ é funzione di c,

Rm é il carico unitario di rottura a trazione (con la limitazione che Fo non superi il 10% di Fn).
Questo ridurrebbe eccessivamente il valore di Fn, essendo:
fn = (Fn - Fo) / Rg.

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di trazione. Serie II (pesante)

d	De	Fn	Fo	i = 3,5				i = 5,5			
				Lo	Ln	fn	Rg	Lo	Ln	fn	Rg
mm	mm	N	N	≈	≈	≈	N/mm	≈	≈	≈	N/mm
0,5	6,8	5,916	0,592	13,8	21,1	7,3	0,726	14,8	26,4	11,6	0,461
	5,5	7,240	0,724	11,2	15,7	4,5	1,462	12,2	19,2	7,0	0,932
	4,5	8,387	0,839	9,2	11,9	2,7	2,835	10,2	14,4	4,2	1,815
	3,7	9,005	0,901	7,6	9,1	1,5	5,572	8,6	10,9	2,3	3,532
	3	9,360	0,936	6,2	13,5	7,3	1,158	7,2	8,3	1,1	7,426
0,63	8,63	9,005	0,901	17,6	26,7	9,1	0,893	18,8	33,0	14,2	0,569
	6,93	11,213	1,121	14,2	19,7	5,5	1,834	15,4	24,0	8,6	1,167
	5,63	13,950	1,395	11,6	15,0	3,4	3,688	12 8	18,1	5,3	2,354
	4,63	15,450	1,545	9,6	11,5	1,9	7,16	10,8	13,8	3,0	4,552
	3,83	18,894	1,889	8	9,2	1,2	14,03	9,2	11,1	1,9	8,907
0,8	10,8	13,860	1,386	22	32,4	10,4	1,197	23,6	40,1	16,5	0,755
	8,8	17,568	1,757	18	24,8	6,8	2,325	19,6	30,3	10,7	1,481
	7,1	21,627	2,163	14,6	18,7	4,1	4,768	16,2	22,6	6,4	3,031
	5,8	23,400	2,340	12	14,2	2,2	9,535	13,6	17,1	3,5	6,072
	4,8	28,692	2,869	10	11,4	1,4	18,54	11,6	13,8	2,2	11,87
1	13,5	19,773	1,977	27,5	39,4	11,9	1,491	29,5	48,2	18,7	0,952
	11	24,633	2,463	22,5	30,1	7,6	2,904	24,5	36,5	12,0	1,854
	9	29,844	2,984	18,5	23,2	4,7	5,68	20,5	27,9	7,4	3,610
	7,3	30,726	3,073	15,5	17,5	2,4	11,58	17,1	20,8	3,7	7,397
	6	39,375	3,938	12,5	14,0	1,5	23,25	14,5	16,9	2,4	14,81
1,25	17,25	48,825	4,022	35,1	61,0	25,9	1,727	37,6	78,4	40,8	1,099
	13,75	62,154	6,215	28,1	43,5	15,4	3,63	30,6	54,8	24,2	2,315
	11,25	76,905	7,691	23,1	32,9	9,8	7,093	25,6	40,9	15,3	4,513
	9,25	94,473	9,447	19,1	25,0	5,9	14,32	21,6	31,1	9,5	8,927
	7,55	120,08	12,008	15,7	19,4	3,7	29,04	18,2	24,2	6,0	18,05
1,6	21,6	76,374	6,523	44	73,3	29,3	2,384	47,2	93,1	45,9	1,521
	17,6	95,355	9,536	36	54,5	18,5	4,65	39,2	68,2	29,0	2,963
	14,1	121,84	12,184	29	40,2	11,2	9,761	32,2	49,8	17,6	6,229
	11,6	152,74	15,274	24	31,2	7,2	19,13	27,2	38,5	11,3	12,16
	9,6	190,71	19,071	20	24,6	4,6	37,28	23,2	30,4	7,2	23,74
2	27	114,78	10,192	55	90,1	35,1	2,982	59	114	55,0	1,903
	22	143,03	14,303	45	67,1	22,1	5,827	49	83,7	34,7	3,708
	18	178,34	17,834	37	51,1	14,1	11,38	41	63,2	22,2	7,24
	14,5	228,67	22,867	30	38,6	8,6	23,94	34	47,5	13,5	15,21
	12	286,06	28,606	25	30,5	5,5	46,60	29	37,7	8,7	29,72

- Molle di trazione -
m = massa = D · π · i · ml (g)
dove: D = diametro medio, (mm)
d = diametro del filo, (mm)
i = numero delle spire (+ 2 se con occhielli tipo 2).
ml = massa lineica. (kg/m)

Esempio di molla con occhielli tipo 2 avente:
D = 25 mm,
d = 2 mm,
i = 5,5 + 2,
ml (acciaio Ø 2) = 0,0247 g
m = 25xπx10,5x0,0247 = 20,4 g.

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di trazione. Serie II (pesante)

d	i = 8,5			i = 12,5			i = 18,5		
	Lo	fn	Rg	Lo	fn	Rg	Lo	fn	Rg
mm	≈	≈	N/mm	≈	≈	N/mm	≈	≈	N/mm
0,5	16,3	17,5	0,304	18,3	25,8	0,206	21,3	38,9	0,137
	13,7	10,7	0,608	15,7	15,7	0,412	18,7	23,8	0,275
	11,7	6,5	1,167	13,7	9,5	0,795	16,7	14,0	0,540
	10,1	3,6	2,286	12,1	5,2	1,56	15,1	7,7	1,050
	8,7	1,8	4,797	10,7	2,6	3,267	13,7	3,8	2,207
0,63	20,7	21,7	0,373	23,2	33,0	0,245	27	48,5	0,167
	17,3	13,4	0,755	19,8	19,8	0,510	23,6	29,4	0,343
	14,7	8,3	1,521	17,2	12,2	1,030	21	18,0	0,697
	12,7	4,7	2,943	15,2	6,9	2,001	19	10,3	1,354
	11,1	2,9	5,768	13,6	4,3	3,934	17,4	6,4	2,649
0,8	26	25,5	0,490	29,2	37,3	0,334	34	55,2	0,226
	22	16,5	0,961	25,2	24,4	0.647	30	35,9	0,441
	18,6	9,9	1,962	21,8	14,6	1,334	26,6	21,6	0,903
	16	5,4	3,924	19,2	7,9	2,668	24	11,7	1,805
	14	3,7	7,671	17,2	4,9	5,219	22	7,3	3,522
1	32,5	29,3	0,608	36,5	43,2	0,412	42,5	62,7	0,284
	27,5	18,5	1,197	31,5	27,2	0,814	37,5	40,4	0,549
	23,5	11,5	2,335	27,5	16,9	1,589	33,5	24,9	1,079
	20,1	5,8	4,787	24,1	8,5	3,257	30,1	12,6	2,197
	17,5	3,7	9,575	21,5	5,4	6,514	27,5	8,0	4,405
1,25	41,4	62,5	0,716	46,4	93,1	0,481	53,9	138,3	0,324
	34,4	48,7	1,149	39,4	54,8	1,020	46,9	81,4	0,687
	29,4	23,7	2,923	34,4	34,8	1,991	41,9	51,5	1,344
	25,4	14,6	5,837	30,4	21,5	3,963	37,9	31,6	2,688
	22	9,2	11,77	27	13,3	8,093	34,5	20,0	5,395
1,6	52	70,5	0,991	58,4	104,7	0,667	68	154,9	0,451
	44	44,6	1,923	50,4	65,8	1,305	60	97,2	0,883
	37	27,1	4,042	43,4	40,2	2,727	53	59,5	1,844
	32	17,5	7,877	38,4	25,8	5,337	48	38,1	3,610
	28	11,1	15,40	34,4	16,5	10,40	44	24,3	7,053
2	65	85,3	1,226	73	125,4	0,834	85	183,5	0,569
	55	53,8	2,394	63	79,1	1,628	75	117,1	1,099
	47	34,2	4,689	55	50,3	3,188	67	74,4	2,158
	40	21,0	9,810	48	30,8	6,690	60	45,5	4,522
	35	13,4	19,23	43	19,7	13,05	55	29,2	8,809

- Grandezze -
d = diametro del filo (mm)
De = diametro esterno di avvolgimento (mm)
Fn = carico max d'esercizio (N)
Fo = precarico (N)
i = numero spire utili o attive
(*) Ln = Lo + fn

Lo = lunghezza libera (ind.) (mm)
Ln = lunghezza di esercizio* sotto carico Fn (ind.) (mm)
fn = freccia sotto il carico Fn (indicativo) (mm)
Rg = rigidità (indicativo) (N/mm)

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di trazione. Serie II (pesante)

d	De	Fn	Fo	i = 3,5			i = 5,5		
				Lo	fn	Rg	Lo	fn	Rg
mm	mm	N	N	≃	≃	N/mm	≃	≃	N/mm
2,5	34,5	164,22	14,945	70,2	42,9	3,483	75,2	67,3	2,212
	27,5	210,13	21,013	56,2	25,9	7,289	61,2	40,8	5,64
	22,5	263,10	26,311	46,2	16,7	14,22	51,2	26,2	9,055
	18,5	328,44	32,844	38,2	10,7	27,76	43,2	16,7	17,66
	15	421,15	42,115	31,2	6,5	58,37	36,2	10,2	37,18
3,2	43,2	197,77	19,777	88	37,4	4,758	94,4	58,7	3,031
	35,2	324,91	32,491	72	31,4	9,31	78,4	49,3	5,925
	28,2	414,96	41,496	58	19,2	19,42	64,4	30,2	12,36
	23,2	519,15	51,915	48	12,2	38,16	54,4	19,3	24,23
	19,2	648,93	64,893	40	7,9	74,36	46,4	12,3	47,38
4	54	384,06	36,816	110	58,3	5,955	118	91,7	3,787
	44	479,41	47,941	90	37,0	11,67	98	58,3	7,407
	36	599,50	59,950	74	23,7	22,76	82	37,4	14,42
	29	767,24	76,724	60	14,5	47,68	68	22,8	30,31
	24	962,37	96,237	50	9,3	93,10	58	14,6	59,25
5	68	560,64	53,023	138,5	69,8	7,269	148,5	109,6	4,63
	55	706,32	70,632	112,5	43,8	14,52	122,5	68,7	9,251
	45	882,90	88,290	92,5	28,0	28,35	102,5	44,0	18,05
	37	1103,58	110,36	76,5	17,9	55,43	86,5	28,1	35,32
	30	1412,64	141,26	62,5	10,9	116,7	72,5	17,2	74,07
6,3	86,3	838,76	75,411	175,7	85,2	8,957	188,3	133,9	5,70
	69,3	1059,5	105,95	141,7	52,0	18,34	154,3	81,7	11,67
	56,3	1333,2	133,32	115,7	32,7	36,69	128,3	51,4	23,35
	46,3	1668,7	166,87	95,7	20,9	71,71	108,3	32,9	45,62
	38,3	2083,7	208,37	79,7	13,4	140,3	92,3	21,0	89,17
8	108	1271,3	122,30	220	96,8	11,87	236	151,5	7,583
	88	1589,2	159,92	180	61,5	23,25	196	96,6	14,81
	71	2013,0	201,30	146	38	47,68	162	59,8	30,31
	58	2542,8	254,28	120	24	95,35	136	37,6	60,82
	48	3178,4	317,84	100	15,4	185,4	116	24,1	118,7
10	135	1871,7	178,10	275	113,6	14,91	295	178,5	9,486
	110	2339,6	233,96	225	72,5	29,04	245	113,6	18,54
	90	2922,4	292,24	185	46,3	56,80	205	72,7	36,20
	73	3708,2	370,82	151	28,8	115,8	171	45,1	73,97
	60	4679,4	467,94	125	18,1	232,5	145	28,4	148,1

lungh. d'esercizio Ln = Lo + fn
- Designazione -
E' composta nell'ordine:
denominazione Molla di trazione,
riferimento della norma 8526,
diametro del filo in mm,
diametro esterno in mm,
lunghezza libera in mm.

Esempio designazione di una molla avente :
d = 2,5 mm,
De = 22,5 mm,
lunghezza libera Lo = 58,7 mm:
Molla di trazione UNI 8526-
2,5 x 22,5 x 58,7

segue: Prospetto 2°

segue: Prospetto 2° - Molle di trazione. Serie II (pesante)

d	i = 8,5			i = 12,5			i = 18,5		
	Lo	fn	Rg	Lo	fn	Rg	Lo	fn	Rg
mm	≃	≃	N/mm	≃	≃	N/mm	≃	≃	N/mm
2,5	82,7	104,2	1,432	92,7	153,7	0,971	107,7	227,2	0,657
	68,7	63,0	3,002	78,7	92,7	2,040	93,7	136,7	1,383
	58,7	40,4	5,857	68,7	59,5	3,983	83,7	88,1	2,688
	50,7	25,7	11,48	60,7	38,0	7,778	75,7	56,3	5,248
	43,7	15,8	24,03	53,7	23,3	16,28	68,7	34,5	10,99
3,2	104	90,7	1,962	116,8	133,4	1,334	136	197,1	0,903
	88	76,4	3,826	100,8	112,1	2,609	120	166,5	1,756
	74	46,5	8,025	86,8	68,5	5,454	106	101,5	3,679
	64	29,8	15,70	76,8	43,7	10,69	96	64,8	7,210
	56	19,0	30,71	68,8	28,1	20,80	88	41,3	14,13
4	130	141,6	2,452	146	208,2	1,668	170	307,8	1,128
	110	90,1	4,787	126	132,5	3,257	150	196,4	2,197
	94	57,7	9,349	110	84,9	6,357	134	125	4,297
	80	35,2	19,62	96	51,8	13,34	120	76,5	9,025
	70	22,6	38,36	86	33,2	26,09	110	49,3	17,58
5	163,5	169,7	2,992	183,5	250	2,031	213,5	369,7	1,373
	137,5	106,2	5,984	157,5	156,1	4,071	187,5	231,4	2,747
	117,5	68,1	11,67	137,5	100	7,946	167,5	148,1	5,366
	101,5	43,4	22,86	121,5	64,1	15,50	151,5	94,6	10,50
	87,5	26,6	47,87	107,5	39,0	32,57	137,5	57,9	21,97
6,3	207,2	206,9	3,689	232,5	304	2,511	270,2	449,8	1,697
	173,2	126,2	7,554	198,5	185,3	5,131	236,2	274,6	3,473
	147,2	79,4	15,11	172,5	116,5	10,30	210,2	172,8	6,945
	127,2	50,9	29,53	152,5	74,7	20,11	190,2	110,9	13,54
	111,2	32,5	57,68	136,5	47,8	39,24	174,2	70,8	26,49
8	260	234,3	4,905	292	344,5	3,335	340	509,3	2,256
	220	149,2	9,584	252	219,6	6,514	300	324,7	4,405
	186	92,3	19,62	218	135,8	13,34	266	200,7	9,025
	160	58,3	39,24	192	85,8	26,58	240	126,8	18,05
	140	37,3	76,71	172	54,8	52,19	220	79,0	36,20
10	325	276,2	6,131	365	406,2	4,169	425	599,5	2,825
	275	175,9	11,97	315	258,6	8,142	375	382,6	5,503
	235	112,2	23,45	275	165,5	15,89	335	243,8	10,79
	201	69,7	47,87	241	102,5	32,57	301	151,9	21,97
	175	44,0	95,75	215	64,7	65,14	275	95,8	43,95

lungh. d'esercizio Ln = Lo + fn
- Molle di trazione -
m = massa della molla = $D \cdot \pi \cdot i \cdot ml$ (g)
dove: D = diametro medio (mm)
d = diametro del filo (mm)
i = numero delle spire (+ 2 se con occhielli tipo 2),
ml = massa lineica (kg/m)

Esempio di molla con occhielli tipo 2 avente:
D = 25 mm,
d = 2 mm,
i = 5,5 + 2,
ml (acciaio ∅ 2) = 0,0247 g.
m = 25xπx10,5x0,0247 = 20,4 g.

Molle ad elica cilindrica di torsione

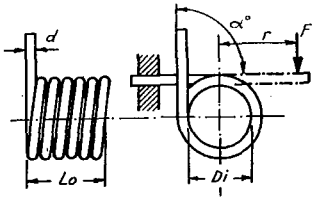


Fig.1

- Nomenclatura -

d = diam. del filo o barra (mm)
D = diam. medio della molla (mm)
D_i = diam. interno (libera) (mm)
D_i = diam. int. (dopo defl.) (mm)
F = carico (N)
r = distanza carico-asse (mm)
T = torsione = $F \cdot r$ (N/mm)
S_f = sollecit. di fless. (N/mm)
α = deflessione rotante (gradi)
E = modulo elastico del materiale (N/mm)
i = numero di spire attive
L_0 = lungh. della molla (mm)

- Formule -

	filo tondo	filo quadro
$d =$	$\frac{10,18\ T}{S_f}$	$\frac{6\ T}{S_f}$
$S =$	$\frac{10,18\ T}{d}$	$\frac{6\ T}{d}$
$i =$	$\frac{E\ d\ \alpha°}{392\ S_f\ D}$	$\frac{E\ d\ \alpha°}{392\ S_f\ D}$
$\alpha° =$	$\frac{392\ S_f\ iD}{E\ d}$	$\frac{392\ S_f\ iD}{E\ d}$
$T = (F \cdot r)$	$0,0982\ S_f\ d$	$0,1666\ S_f\ d$
$D_i =$	$\frac{i\ (D_i\ \text{libera})}{i + \frac{\alpha}{360}}$	$\frac{i\ (D_i\ \text{libera})}{i + \frac{\alpha}{360}}$
$L_0 =$	$id + d$	$id + d$

- Esempio di calcolo -

Molla (fig. 1) avvolgimento sinistro. Dati: $F = 65$ N, $r = 16$ mm, $T = F \cdot r = 1040$ N/mm², $\alpha = 90$, $D_i = 13$ mm, filo tondo acciaio classe C, servizio pesante kt 1100 N/mm², $E = 197110$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{10,18T}{S_f}} = \sqrt[3]{\frac{10,18\ 1040}{1100}} = 2,13 \text{ mm}$$

misura normalizzata $d = 2,1$ mm.

$D = D_i + d = 13 + 2,1 = 15,1$ mm.

$$S_f = \frac{10,18\ T}{d^3} = \frac{10,18 \cdot 1040}{9,261} = 1143 \text{ N/mm}^2.$$

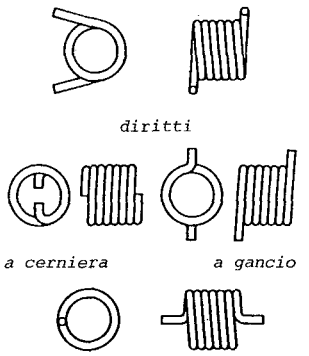
$$i = \frac{E\ d\ \alpha°}{392\ S_f\ D} = \frac{197110 \cdot 2,1 \cdot 90}{392 \cdot 1143 \cdot 15,1} = 5,51$$

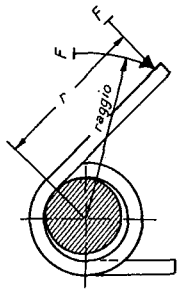
$$D_i = \frac{i\ D_i}{1 + \frac{\alpha}{360}} = \frac{5,51 \cdot 13}{5,51 + \frac{90}{360}} = 12,44 \text{ mm}$$

$L_0 = id + d = 5,51 \cdot 2,1 + 2,1 = 13,7$ mm

Barra supporto molla (~1 mm minore di D_i) ≈ 11,5 mm.

Alcuni tipi di terminali più usati





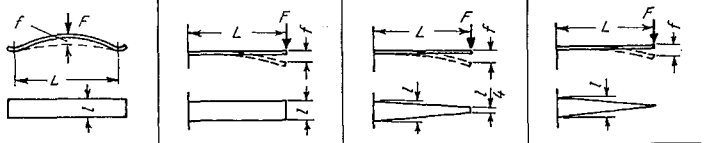
Nota - Molla di torsione
La torsione T é uguale a $F \cdot r$ e non $F \cdot$raggio, in quanto l'asse di appoggio della molla sul supporto si sposta perpendicolarmente a r.

Molle a lamina e a spirale

Molle a lamina

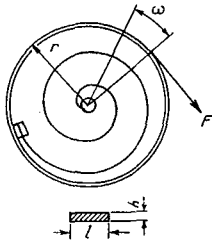
Queste molle sono, in genere, usate quando devono operare in spazi limitati, come ad esempio nei microswitches o nei relais.
Per ogni caratteristica sono date due formule che forniscono risultati identici. Si può usare quella più appropriata secondo i dati che si hanno disponibili.

E = modulo di elasticità N/mm²
F = carico N
f = deflessione mm
S_f = sollecit. a fless. N/mm²
h = spessore mm



$F = \frac{\frac{2Sflh^2}{3L}}{\frac{4Elh^3 f}{L^3}}$	$F = \frac{\frac{Sflh^2}{6L}}{\frac{Elh^3 f}{4L^3}}$	$F = \frac{\frac{Sflh^2}{6L}}{\frac{Elh^3 f}{5,22L^3}}$	$F = \frac{\frac{Sflh^2}{6L}}{\frac{Elh^3 f}{6L^3}}$
$f = \frac{\frac{FL^3}{4Elh^3}}{\frac{SfL^2}{6Eh}}$	$f = \frac{\frac{4FL^3}{Elh^3}}{\frac{2SfL^2}{3Eh}}$	$f = \frac{\frac{5,22FL^3}{Elh^3}}{\frac{0,87SfL^2}{Eh}}$	$f = \frac{\frac{6FL^3}{Elh^3}}{\frac{SfL^2}{Eh}}$
$S_f = \frac{\frac{3FL}{2lh^2}}{\frac{6Ehf}{L^2}}$	$S_f = \frac{\frac{6FL}{lh^2}}{\frac{3Ehf}{2L^2}}$	$S_f = \frac{\frac{6FL}{lh^2}}{\frac{Ehf}{0,87L^2}}$	$S_f = \frac{\frac{6FL}{lh^2}}{\frac{Ehf}{L^2}}$
$h = \frac{\frac{SfL^2}{6Ef}}{\sqrt[3]{\frac{FL^3}{4ELf}}}$	$h = \frac{\frac{2SfL^2}{3Ef}}{\sqrt[3]{\frac{4FL^3}{ELf}}}$	$h = \frac{\frac{0,87SfL^2}{Ef}}{\sqrt[3]{\frac{5,22FL^3}{Elf}}}$	$h = \frac{\frac{SfL^2}{Ef}}{\sqrt[3]{\frac{6FL^3}{Elf}}}$

Molle a spirale, sezione rettangolare



F = carico N
f = freccia mm
L = lunghezza molla svilupp. mm
kf = sollec. ammiss. fless. Nmm²
$\alpha = 1/E$ (E = mod. elast.) N/mm²

$$F = \frac{1}{6}\frac{lh^2}{r}\ kf$$

$$f = r\omega = 12\frac{Lr^2}{lh^3}\ F\ \alpha$$

$$\text{Flessib.} = \frac{f}{r} = 12\frac{Lr}{lh^2}\ F\alpha = 2\frac{L}{h}\ kf\alpha$$

($f{:}r$ é l'angolo ω provocato da F)

Barra di torsione (riferimento DIN 2091)

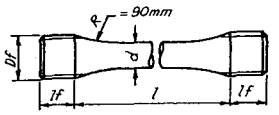


Fig. 1 - con terminali filettati

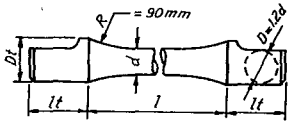


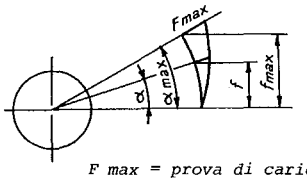
Fig. 2 - con terminali a cuneo piano.

- Nomenclatura -

d = diametro della barra (mm)
l = lunghezza della barra (mm)
r = raggio di leva forza F (mm)
F = forza sul braccio di leva (N)
f = freccia (mm)
Mt = momento torcente (N/mm)
τ = tensione di torsione (N/mm^2) ($\tau max \leq 685\ N/mm^2$)
Wp = mom. resist. polare (mm^3)
Jp = mom. polare d'inerzia (mm^4)
α = angolo di torsione (°)
ω = deflessione angolare (rad)
C = ($Mt:\alpha$) costante
G = mod. elast. tangenz. (N/mm^2)

- Formule -

$d =$	$\sqrt[3]{\frac{16 \cdot F \cdot r}{\pi \cdot \tau}}$	$f =$	$r \cdot \omega = \frac{2r \cdot l \cdot \tau}{d \cdot G} =$
$\omega =$	$\frac{F \cdot r \cdot l}{G \cdot Jp} = \frac{\alpha}{57,3}$		$= \frac{F \cdot r^2 \cdot l}{G \cdot Jp}$
$Jp =$	$\frac{\pi \cdot d^4}{32}$	c	$\frac{Mt}{\alpha}$
$Mt =$	$F \cdot r = Wp \cdot \tau$	$Wp =$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16}$
$l =$	$\frac{G \cdot \omega \cdot Jp}{Mt}$	$\alpha =$	$\frac{180}{\pi} \cdot \omega = 57,3$
$D =$	$1,2 \cdot d$	$Dt =$	$1,6 \cdot d$
$Df =$	$\geq 1,4 \cdot d$	$lt =$	$2,2 \cdot d$
$lf =$	$2(d^2:Df)$ ma non < di $1,75(d^2:Df)$		



F max = prova di carico
α max = angolo e
f max = freccia corrisp.

- Filettature (barra di fig. 1) -

Df	filettatura
fino a 21 mm	M 10
da 21 a 30	M 12
da 30 a 40	M 14
da 40 a 50	M 16
da 50 a 60	M 20
maggiore di 60	M 24

Nella barra di fig. 1, la filettatura dei terminali può essere sostituita da un appropriato profilo scanalato.

- Esempio di calcolo -

Barra di torsione di figura 2
dati: $F=10300N$; $r = 100mm$; $\alpha = 10°$
$\tau max = 670\ N/mm^2$; $G = 78450\ N/mm^2$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 10300 \cdot 100}{\pi \cdot 670}} = 19,86\ mm$$

$$\omega = \frac{10}{57,3} = 0,1745\ rad$$

$$Jp = \frac{\pi \cdot 19,86}{32} = 15273\ mm$$

$$Mt = 10300 \cdot 100 = 1030000\ Nmm$$

$$l = \frac{78450 \cdot 0,1745 \cdot 15273}{1030000} = 203\ mm$$

$$f = 100 \cdot 0,1745 = 17,45\ mm$$

$$C = \frac{1030000}{10} = 103000\ Nmm/°$$

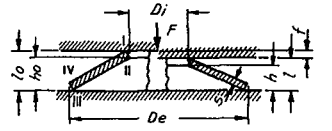
$$Dt = 1,6 \cdot 19,86 = 31,8\ mm$$

$$D = 1,2 \cdot 19,86 = 23,8\ mm$$

$$lt = 2,2 \cdot 19,86 = 43,7\ mm$$

Molle a tazza - Calcolo -

(Riferimento UNI 8736)



a) senza carico b) sotto carico F

Molle a tazza con applicazione del carico F mediante piani di appoggio.

F = carico (N)
Fa = carico di appiattimento (N)
σ = tensione a fatica (N/mm^2)
E = modulo di elast. norm. (N/mm^2)
μ = coeff. di Poisson (Tab.2)
f = freccia sotto il carico F (mm)
l = lunghezza sotto carico (mm)
l_0 = lunghezza libera (mm)
h = altezza sotto carico (mm)
h_0 = altezza libera (mm)
= rapporto diametrale (De/Di)
K_1, K_2, K_3, K_4 = coeff. (tab. 1)

Le formule del valore del carico assiale (F) e delle tensioni principali (σ) nei bordi contrassegnati I, II, III in funzione della freccia f sono:

$$F = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{S^4}{K_1 D_e^2} \frac{f}{S} \left[\left(\frac{h_0}{S} - \frac{f}{S}\right)\left(\frac{h_0}{S} - \frac{f}{2S}\right) + 1 \right]$$

$$\sigma_I = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{S^2}{K_1 D_e^2} \frac{f}{S} \left[-K_2 \left(\frac{h_0}{S} - \frac{f}{S}\right) - K_3 \right]$$

$$\sigma_{II} = \frac{4E}{1-u^2} \frac{S^2}{K_1 D_e^2} \frac{f}{S} \left[-K_2 \left(\frac{h_0}{S} - \frac{f}{2S}\right) + K_3 \right]$$

$$\sigma_{III} = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{S^2}{K_1 D_e^2} \frac{f}{S} \frac{1}{\delta} \left[K_4 \left(\frac{h_0}{S} \quad \frac{f}{2S}\right) + K_3 \right]$$

Per acciaio con $E = 20600$ e $u = 0,3$

$$\frac{4E}{1-\mu^2} = 905495$$

I valori di σ che risultano positivi corrispondono a tensioni di trazione, se negativi a valori di compressione. Ponendo nella prima formula $f = h$ ossia considerando la molla portata in piano, il carico di appiattimento (Fa) é:

$$Fa = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{S^3 h_0}{K_1 D_e^2}$$

La curva rappresentante il carico in funzione della freccia non ha andamento rettilineo, salvo che per valori molto piccoli del rapporto h_0/S. Ciò é evidenziato dal diagramma 1 che é valido per molle caricate fra i piani di appoggio per valori di $f/h \leq 0,75$. Consegue da quanto sopra che anche la rigidità (Rg) definita come rapporto tra la variazione di F e la variazione corrispondente di f non risulta costante ma é funzione anch'essa della freccia (o della lunghezza) sotto carico. La rigidità (N/mm) si calcola con

$$R_g = \frac{dF}{df} = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{S^3}{K_1 D_e^2} \left[\left(\frac{h_0}{S}\right)^2 - 3 \frac{h_0}{S} \frac{f}{S} + \frac{3}{2} \left(\frac{f}{S}\right)^2 + 1 \right]$$

Il carico F per le molle spianate (gruppi 3) coincide con quello della corrispondente molla non spianata solo per $f = 0,75\ h_0$.
Per i valori minori di f, il carico risulta minore della molla corrispondente, mentre risulta il contrario per valori di f maggiori di $0,75\ h_0$.

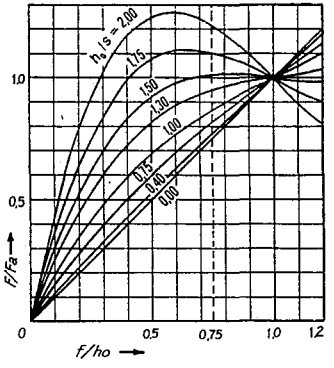
Tab. 1 - Valori dei coeff. K_1 a K_4

δ	K_1	K_2	K_3	K_4
1,1	0,166	0,986	1,002	1,018
1,2	0,291	1,016	1,048	1,079
1,3	0,388	1,044	1,092	1,140
1,4	0,464	1,072	1,135	1,199
1,5	0,525	1,098	1,178	1,257
1,6	0,574	1,124	1,220	1,314
1,7	0,613	1,149	1,260	1,371
1,8	0,646	1,173	1,300	1,426
1,9	0,672	1,197	1,339	1,481
2,0	0,694	1,220	1,378	1,536
2,1	0,713	1,242	1,416	1,589
2,2	0,728	1,264	1,453	1,642
2,3	0,741	1,286	1,490	1,695
2,4	0,752	1,307	1,527	1,747
2,5	0,761	1,328	1,563	1,799
2,6	0,768	1,348	1,599	1,850
2,7	0,775	1,368	1,634	1,901
2,8	0,780	1,388	1,669	1,951
2,9	0,784	1,407	1,704	2,001
3,0	0,788	1,426	1,738	2,051
3,1	0,791	1,445	1,772	2,100
3,2	0,793	1,464	1,806	2,149
3,3	0,795	1,482	1,840	2,197
3,4	0,797	1,500	1,873	2,246
3,5	0,798	1,518	1,906	2,294
3,6	0,799	1,535	1,938	2,341
3,7	0,799	1,553	1,971	2,389
3,8	0,800	1,570	2,003	2,436
4,0	0,799	1,604	2,067	2,529
4,2	0,799	1,637	2,129	2,622
4,4	0,797	1,669	2,191	2,714
4,6	0,796	1,701	2,253	2,805

segue

segue: Molle a tazza - Calcolo

- Diagramma 1 -
-Valori di F/Fa in funz. di f/ho-



- Molle a tazza alettate -
Il calcolo di queste molle non é dato a causa della grande varietà di forme in cui sono realizzate. Si segnala solo i seguenti loro due fondamentali impieghi.
Mediante piani perpendicolari all'asse (per esempio: Precarico assiale dei cuscinetti). Scopo delle alette é di ridurre la rigidita e, a parità di carico massimo aumentare la freccia fino ad ottenere una curva caratteristica pressoché orizzontale (fig. 2).

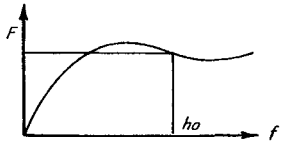
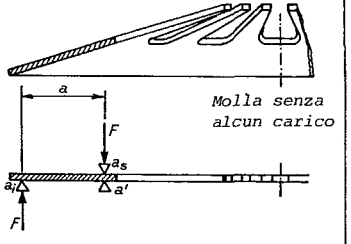


Fig. 2 -
Altro uso possibile é quello indicato in fig. 3 che permette di realizzare un carico statico F (normalmente in corrispondenza del carico di appiattimento) fra gli appoggi (anelli circolari) a_i e a_s, con la possibilità di annullarlo, provocando il distacco della molla dall'appoggio a_s con il far leva per mezzo dell'appoggio (fulcro) supplementare a_i, della forza F' applicata all'estremità delle alette in as'. In questa disposizione si ha:

$$F' = F\ (a : b)$$

e, se a é minore di b, il carico al centro F' risulta minore del carico F. Con questa disposizione le molle vengono usualmente impiegate nelle frizioni per autovett.



Molla portata in piano con un carico F applicato tramite gli appoggi a_s e a_i

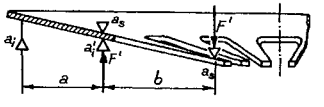


Fig. 3
Molla caricata con un nuovo carico F' applicato all'interno degli appoggi a_s' e a_i', in questo assetto il carico F é stato annullato; la molla non appoggia più in a_i e a_s.

- Materiali -
I più comunemente impiegati: Nastri acciaio UNI 3545 e 7064. Particolarmente indicato il 50 CrV 4 della UNI 3545.
Per usi particolari:
acc. inox UNI 8317, bronzo al Si o fosf. per molle, rame al Be, leghe spec. ad alto tenore di Ni.

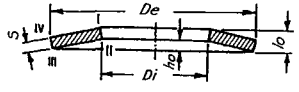
Tabella 2-Materiali	E(N/mm²)	μ
Acc. legato e non	206000	0,3
Acciaio inox	187000	0,3
Bronzo al Si o fosf.	113000	0,36
Ramme al Be	127000	0,43
Leghe di nichel	180000a	
	240000	0,3

Molle a tazza - Caratteristiche costruttive

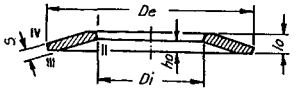
Molle a tazza di spessore uniforme costruite con acciaio UNI 3545 bonificato. Possono essere usate singolarmente o in pacchi o colonne. In base ai rapporti De/s e ho/s sono divise in tre serie: A, B e C.

Serie	A	B	C
De/s ≈	18	28	40
ho/s ≈	0,4	0,75	1,3

Ciascuna serie é divisa a sua volta in tre gruppi (1,2 e 3) differenti tra di loro per i valori di De e di s. Le molle del gruppo 3 sono costruite spianate, il loro spessore é circa 0,94 volte le molle normali per ottenere lo stesso valore del carico F in corrispondenza della freccia = 0,75 h



Molle a tazza dei gruppi 1 e 2

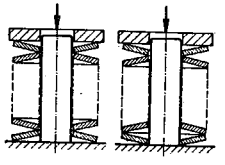


Molle a tazza grup. 3 (spianate)

Utilizzazione in pacchi e/o colonne. Con pacchi di molle uguali di uguale spessore e numero si ottiene un carico e una freccia con andamento lineare (comb. a,b,c,d). Con molle uguali ma di diverso spessore o numero in ogni pacco si ottiene una curva (carico in funzione della freccia) con andamento spezzato e progressivamente più inclinato (rigidità più elevata, comb. e, f) purché si interpongano anelli sui bordi interni delle molle o dei pacchi in modo che ciascuno non superi la freccia massima consentita (0,75 ho). Perno di guida: acciaio cementato profondità 0,6 - 1, HRC = 58.

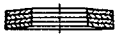
Gioco raccomandato fra Di e il ø del perno.	
D 16	0,2
>16 - 20	0,3
>20 - 26	0,4
>26-31,5	0,5
>31,5-50	0,6
>50 - 80	0,8
>80 -100	1,0
>100-250	1,6

Impilaggio corretto



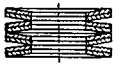
per n molle pari — per n molle dispari

Pacchi di molle (esempi)
n = numero di molle per pacco
i = numero dei pacchi
Fp, fp = carico e freccia di un pacco.



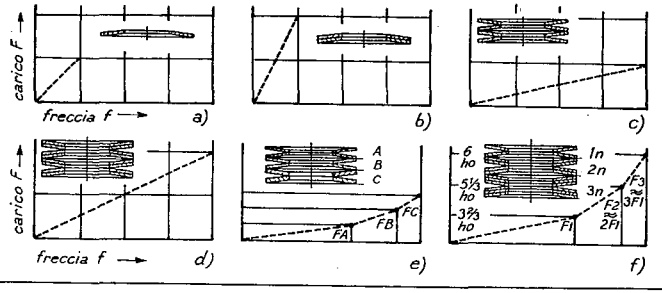
4 molle per pacco
1 pacco
Fp = nF ; fp = f

1 molla per pacco
4 pacchi
Fp = F ; fp = if



2 molle per pacco
4 pacchi
Fp = nF ; fp = if

Alcune combinazioni



segue

Molle a tazza di serie A aventi De/s ≈ 18 ed ho/s ≈ 0,4

gruppo	De h12	Di H12	s	ho	lo	F N	f ≈ 0,75 ho	l = lo-f	σ_{II} σ_{III}* N/mm²
1	8	4,2	0,4	0,2	0,6	210	0,15	0,45	1230*
	10	5,2	0,5	0,25	0,75	325	0,19	0,56	1230*
	12,5	6,2	0,7	0,3	1	660	0,23	0,77	1390*
	14	7,2	0,8	0,3	1,1	797	0,23	0,87	1320*
	16	8,2	0,9	0,35	1,25	1010	0,26	0,99	1310*
2	18	9,2	1	0,4	1,4	1250	0,3	1,1	1310*
	20	10,2	1,1	0,45	1,55	1520	0,34	1,21	1300*
	22,5	11,2	1,25	0,5	1,75	1930	0,38	1,37	1310*
	25	12,2	1,5	0,55	2,05	2930	0,41	1,64	1430*
	28	14,2	1,5	0,65	2,15	2840	0,49	1,66	1280*
	31,5	16,3	1,75	0,7	2,45	3870	0,53	1,92	1310*
	35,5	18,3	2	0,8	2,8	5190	0,6	2,2	1340*
	40	20,4	2,25	0,9	3,15	6500	0,68	2,47	1340*
	45	22,4	2,5	1	3,5	7720	0,75	2,75	1310*
	50	25,4	3	1,1	4,1	12000	0,83	3,27	1430*
	56	28,5	3	1,3	4,3	11400	0,98	3,32	1280*
	63	31	3,5	1,4	4,9	15000	1,05	3,85	1310*
	71	35	4	1,6	5,6	20500	1,2	4,4	1340*
	80	41	5	1,7	6,7	33600	1,28	5,42	1460*
	90	46	5	2	7	31400	1,5	5,5	1310*
	100	51	6	2,2	8,2	48000	1,65	6,55	1430*
	112	57	6	2,5	8,5	43700	1,88	6,62	1250*
3	71	36	3,75	1,6	5,6	20500	1,2	4,4	1160
	80	41	4,7	1,7	6,7	33600	1,28	5,42	1200*
	90	46	4,7	2	7	31400	1,5	5,5	1140
	100	51	5,6	2,2	8,2	48000	1,65	6,55	1190
	112	57	5,6	2,5	8,5	43700	1,88	6,62	1100
	125	64	7,5	2,6	10,6	85900	1,95	8,65	1210*
	140	72	7,5	3,2	11,2	85200	2,4	8,8	1210
	160	82	9,4	3,5	13,5	138000	2,63	10,87	1230
	180	92	9,4	4	14	125000	3	11	1140
	200	102	11,25	4,2	16,2	183000	3,15	13,05	1130
	225	112	11,25	5	17	171000	3,75	13,25	1120*
	250	127	13,1	5,6	19,6	249000	4,2	15,4	1150

- Note -

* Valori massimi delle tensioni principali unitarie di trazione che si verificano nei bordi inferiori (II e III in figura) per effetto del carico F che si ha con la freccia f ≈ 0,75 ho (i valori con* si riferiscono a σ III).

Le molle, se non diversamente concordato, vengono fornite assestate con rivestimento di brunitura o fosfatazione e oliatura.

A richiesta: non assestate, nichelate, cadmiate, ecc.

- Designazione -

Esempio designazione di una molla a tazza con spessore uniforme, serie B,
diametro esterno De = 140 mm,
gruppo 2,
materiale acciaio classe 50 Cr V UNI 3545:

Molla a tazza UNI 8737-B
140 GR 2 - 50 Cr V 4

segue

Molle a tazza di serie B aventi De/s ≈ 28 ed ho/s ≈ 0,75

gruppo	De h12	Di H12	s	ho	lo	F N	f ≈ 0,75 ho	l = lo-f	σ_{II} N/mm²
1	8	4,2	0,3	0,25	0,55	118	0,19	0,36	1320
	10	5,2	0,4	0,3	0,7	209	0,23	0,47	1290
	12,5	6,2	0,5	0,35	0,85	293	0,26	0,59	1120
	14	7,2	0,5	0,4	0,9	279	0,3	0,6	1110
	16	8,2	0,6	0,45	1,05	410	0,34	0,71	1120
	18	9,2	0,7	0,5	1,2	566	0,38	0,82	1120
2	20	10,2	0,8	0,55	1,35	748	0,41	0,94	1130
	22,5	11,2	0,8	0,65	1,45	707	0,49	0,96	1090
	25	12,2	0,9	0,7	1,6	862	0,53	1,07	1030
	28	14,2	1	0,8	1,8	1110	0,6	1,2	1090
	31,5	16,3	1,25	0,9	2,15	1910	0,68	1,47	1200
	35,5	18,3	1,25	1	2,25	1700	0,75	1,5	1080
	40	20,4	1,5	1,15	2,65	2620	0,86	1,79	1150
	45	22,4	1,75	1,3	3,05	3650	0,98	2,07	1150
	50	25,4	2	1,4	3,4	4760	1,05	2,35	1150
	56	28,5	2	1,6	3,6	4440	1,2	2,4	1100
	63	31	2,5	1,75	4,25	7190	1,31	2,94	1100
	71	36	2,5	2	4,5	6730	1,5	3	1060
	80	41	3	2,3	5,3	10500	1,73	3,57	1150
	90	46	3,5	2,5	6	14200	1,88	4,12	1120
	100	51	3,5	2,8	6,3	13100	2,1	4,2	1060
	112	57	4	3,2	7,2	17800	2,4	4,8	1130
	125	64	5	3,5	8,5	29900	2,63	5,87	1160
	140	72	5	4	9	27900	3	6	1110
	160	82	6	4,5	10,5	41000	3,38	7,12	1120
	180	92	6	5,1	11,1	37500	3,83	7,27	1040
3	112	57	3,75	3,2	7,2	17800	2,4	4,8	1130
	126	64	4,7	3,5	8,5	29900	2,63	5,87	1190
	140	72	4,7	4	9	27900	3	6	1140
	160	82	5,6	4,5	10,5	41000	3,38	7,12	1150
	180	92	5,6	5,1	11,1	37500	3,83	7,27	1070
	200	102	7,5	5,6	13,6	76400	4,2	9,4	1190
	225	112	7,5	6,5	14,5	70700	4,88	9,62	1120
	250	127	9,4	7	17	119000	5,25	11,75	1190

Toller. sulla lungh. libera lo (tutte le serie)

gruppo	s	scost. limite
1	fino a 0,9	+0,075 -0,025
2	1 a 2	+0,10 -0,05
	2,25 a 3	+0,15 -0,05
	3,5 a 6	+0,20 -0,05
3	3,75 a 13,1	±0,20

Tolleranze sul carico F in % del carico stesso, misurato a l = 0,25 ho + s. (tutte le serie)

gruppo	Scost. lim. in % su F
1	+25 -7,5
2	+15 -7,5
3	±5

Concentricità De-Di (Rifer.) é di 2 IT 12.

segue

Molle a tazza di serie C aventi De/s 40 ed ho/s 1,3

gruppo	De h12	Di H12	s	ho	lo	F N	0,75 ho	l = lo-f	σ_{II} N/mm²
1	8	4,2	0,2	0,25	0,45	39	0,19	0,26	1040
	10	5,2	0,25	0,3	0,55	58	0,23	0,32	972
	12,5	6,2	0,35	0,45	0,8	151	0,34	0,46	1290
	14	7,2	0,35	0,45	0,8	123	0,34	0,46	1060
	16	8,2	0,4	0,5	0,9	154	0,38	0,52	1020
	18	9,2	0,45	0,6	1,05	214	0,45	0,6	1120
	20	10,2	0,5	0,65	1,15	254	0,49	0,66	1070
	22,5	11,2	0,6	0,8	1,4	425	0,6	0,8	1240
	25	12,2	0,7	0,9	1,6	599	0,68	0,92	1270
	28	14,2	0,8	1	1,8	801	0,75	1,05	1310
	31,5	16,3	0,8	1,05	1,85	687	0,79	1,06	1140
	35,4	18,3	0,9	1,15	2,05	832	0,86	1,19	1090
2	40	20,4	1	1,3	2,3	1020	0,98	1,32	1070
	45	22,4	1,25	1,6	2,85	1890	1,2	1,65	1260
	50	25,4	1,25	1,6	2,85	1550	1,2	1,65	1040
	56	28,5	1,5	1,95	3,45	2620	1,46	1,99	1230
	63	31	1,8	2,35	4,15	4240	1,76	2,39	1360
	71	36	2	2,6	4,6	5140	1,95	2,65	1350
	80	41	2,25	2,95	5,2	6610	2,21	2,99	1380
	90	46	2,5	3,2	5,7	7680	2,4	3,3	1300
	100	51	2,7	3,5	6,2	8610	2,63	3,57	1240
	112	57	3	3,9	6,9	10500	2,93	3,97	1230
	125	64	3,5	4,5	8	15400	3,38	4,62	1330
	140	72	3,8	4,9	8,7	17200	3,68	5,02	1260
	160	82	4,3	5,6	9,9	21800	4,2	5,7	1250
	180	92	4,8	6,2	11	26400	4,65	6,35	1210
	200	102	5,5	7	12,5	36100	5,25	7,25	1260
3	160	82	4,15	5,6	9,9	21800	4,2	5,7	1280
	180	92	4,6	6,2	11	26400	4,65	6,35	1240
	200	102	5,3	7	12,5	36100	5,25	7,25	1290
	225	112	6,2	7,1	13,6	44600	5,33	8,27	1120
	250	127	6,7	7,8	14,8	50500	5,85	8,95	1100

Tolleranze sullo spessore s (serie A - B - C).

gruppo	s	Scost. lim.	gruppo	s	Scost. lim.
1	0,2 a 0,45	+ 0,020 - 0,030	2	1,5 a 1,8	+ 0,040 - 0,080
	0,5 a 0,6	+ 0,020 - 0,040		2	+ 0,040 - 0,090
	0,7 a 0,8	+ 0,020 - 0,050		2,25 a 2,7	+ 0,040 - 0,100
	0,9	+ 0,030 - 0,060		3 a 3,8	+ 0,050 - 0,110
2	1	+ 0,030 - 0,060		4 a 6	+ 0,050 - 0,120
	1,1 a 1,25	+ 0,030 - 0,070	3	3,75 a 13,1	+ 0,080 -

Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

Fotoelasticità

Metodo sperimentale per evidenziare gli stati di tensione interna di corpi elastici soggetti a forze, utilizzando modelli (anche in scala) di materiale trasparente e l'impiego di luce polarizzata. Questo metodo permette di "vedere" la distribuzione delle tensioni (ad esempio in organi di macchine, opere murarie, ecc.) e di risolvere problemi non risolvibili con metodi matematici. Nella

Fig. 1, visione fotoelastica dei punti caratteristici di sforzo nei denti di un ingranaggio. Oltre al sistema fotoelastico, che mostriamo perché di più immediata comprensione, oggi si usano anche altri sistemi.

Progetto di un organo meccanico

In tutte le costruzioni maccaniche l'importanza del disegno é fondamentale ai fini di ottenere la massima resistenza con il minimo costo. Un pezzo ben progettato oltre ad evitare sprechi di materiale, deve ridurre al minimo le concentrazioni di sforzi nei punti critici, specialmente nel caso di sollecitazioni alternate. Gli inizi di rottura avvengono più frequentemente nei punti di innesco di fessurazione, come ad esempio le tacche e gli spigoli vivi, i bruschi cambiamenti di sezione, le gole, le scanalature, ecc.

Indice del grado di resistenza alla fatica

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

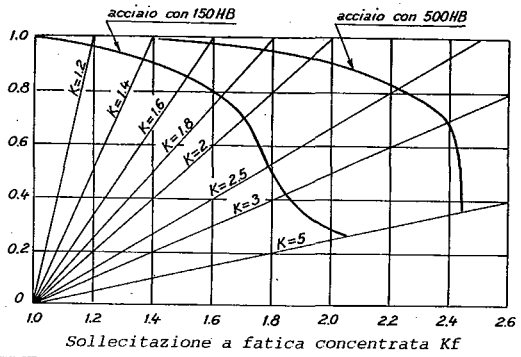
disegno medio, materiale buono, trattamento medio.

disegno medio, materiale buono, trattamento buono,

disegno buono, materiale buono, trattamento buono.

Sensibilità all'intaglio

L'acciaio duro ad alta resistenza ha una più alta sollecitazione specifica di un acciaio dolce.



segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

La sensibilità all'intaglio, é un fattore usato per la differenza tra il fattore dello sforzo concentrato teorico e il fattore reale determinato dalla prova a fatica.

$$Kf = 1+q\ (K-1)$$

dove: Kf = fattore di sforzo concentrato a fatica. q = sensibilità all'intaglio. K = sensibilità concentrata all'intaglio.

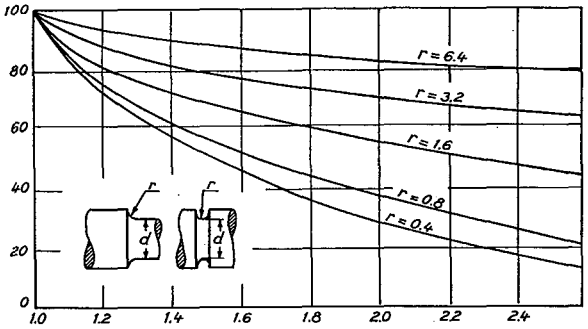
Se q = 1, lo sforzo concentrato é uguale al valore pieno dello sforzo teorico concentrato.

La maggiore sensibilità all'intaglio dell'acciaio duro é mostrato in modo chiaro, in termini di decrescente miglioramento della resistenza a fatica da incremento di resistenza dell'acciaio.

Tirante fortemente sollecitato

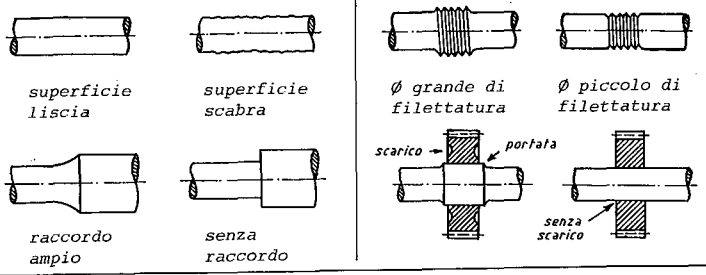
Se in un tirante é presente una gola o sono richiesti fori per la lubrificazione, una piccola miglioria, per la resistenza a fatica, si ottiene aumentando la resistenza a tensione da 860 N/mm² a 1000 N/mm² (a meno che non si usi uno speciale trattamento). La ovvia conclusione é di ottenere i maggiori benefici usando materiali ad alta resistenza. Lo sforzo concentrato dovrebbe, quando possibile, essere ridotto da un disegno accurato e prudente.

% di incremento della resistenza a fatica ottenuta usando un acciaio avente 1000 N/mm² di resistenza a traz. al posto di uno avente 500 N/mm².



Kf = sollecitazione concentrata x 0,91

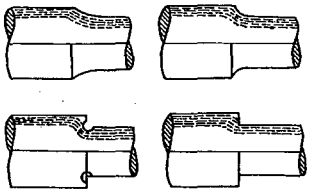
Alcuni dei più elementari metodi per evitare sollecitazioni concentr.



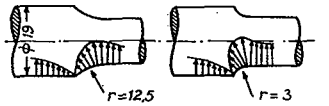
segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

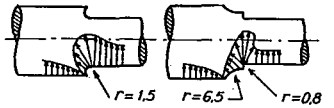
Un aumento del raggio dei raccordi é un semplice modo di migliorare la distribuzione degli sforzi.



In (1) si ha una concentrazione inferiore che in (2). Lo sforzo nel raccordo rientrante (3) é grande ma inferiore a quello con battuta (4).



sollec. max (1) 1,1/1. (2) 1,6/1.



(3) 1,8/1 (4) 2,5/1.

Effetto del raggio alla radice sul fattore di concentrazione dei denti di una ruota.

raccordo normale — raggio completo fattore 3,5 (base 1) fattore 1,7

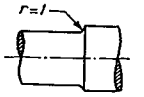
Effetto del tipo di brocciatura sul fattore di concentrazione del lo sforzo.

lati diritti K = 2,1

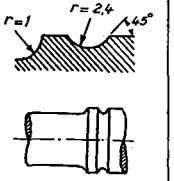
filetto raccord. inv α 20° K= 1,8

radice rotonda inv α 30° base 1,0

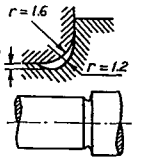
Si può diminuire lo sforzo concentrato di un singolo intaglio collocando diversi intagli vicini. Il limite di resistenza a flessione rotante sarà:



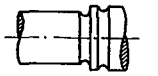
204 N/mm² 100%



232 N/mm² 113%

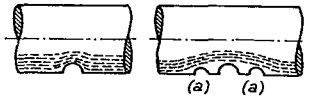


235 N/mm² 115%



237 N/mm² 116%

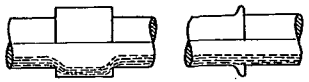
Scanalature e collari ridotti per la riduzione degli sforzi



Concentrazione ridotta dello sforzo mediante scanalature di scarico (a).

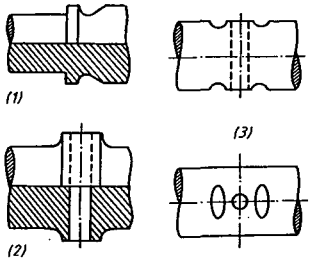
segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici



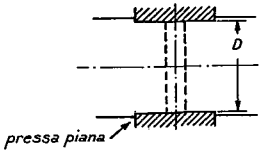
Meglio un collare sottile che uno largo con spigoli vivi.

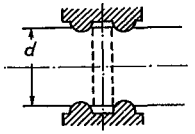
Tracce e scanalature per la riduzione degli sforzi



(1) Traccia di scarico. (2) Collare in rilievo a causa del foro radiale. (3) Barra di tensione, tracce tangenziali di scarico ai bordi del foro radiale.

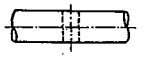
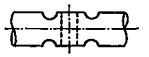
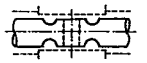
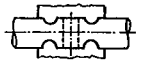
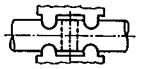
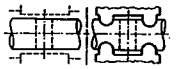
Un metodo pratico per effettuare queste tracce.





Ridurre con la pressa il diametro D, fino a che sia uguale o minore di d, quindi rettificare e imprimere le tracce di scarico.

Effetto di tracce di scarico intorno ad un foro sul limite di resistenza a flessione rotante (pezzo in prova Ø 19, foro Ø 3,5).

Limite di resistenza per acciaio avente resist. a rott. di N/mm²		360	490
1		150	165
2		170	190
3		200	275
4		190	-
5		170	-
6		200	-
7		290	310

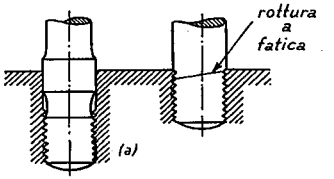
1) Foro radiale senza trattamento
2) Tracce di scarico a lima.
3) Pressa piana Ø 19, con 20 t di carico.
4) Pressa piana Ø 19, con 20 t di carico ma con tracce di scarico a lima.
5) Il bordo del foro e le tracce di scarico sono impresse con pressa a profilo.
6) Tracce di scarico impresse senza toccare il bordo del foro.
7) Tracce di scarico impresse dopo il trattamento, con pressa piana.

segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

Viti, bulloni e prigionieri

Progetto migliorato per diminuire gli sforzi concentrati.

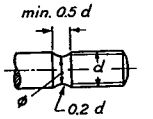


Prigioniero con scanalatura (a) per ridurre la possibilità di rottura. Il raccordo di spallamento deve estendersi oltre il primo filetto.

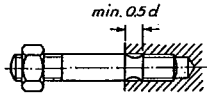
Viti a testa esagona

Proporzione degli scarichi:

Ø più piccolo del diametro interno della filettatura

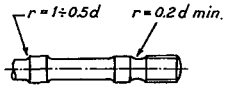


(a)



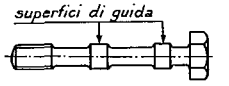
Questo progetto é raccomandato per maggiore resistenza a fatica specialmente per piegature incidentali e ripetuti impatti torsionali (fig. a).

(b)



Proporzioni per scaricare il gambo della vite (fig. b).

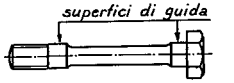
Raccomandazioni per un progetto di vite, quando é richiesta un'alta resistenza.



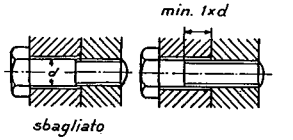
(a) disegno corretto

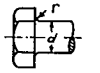
Questo progetto di vite (fig. a) é stato usato per centraggio e riferimento di un elemento dove erano presenti coppie di flessione e di taglio. Il Ø minimo del gambo é determinato per la max tensione statica e forze di trazione. Con il gambo ridotto del 36 % dell'area del Ø sotto il filetto, ha sopportato impatti ripetuti di tensione due volte e mezzo maggiori di una vite con gambo di Ø uguale alla filettatura.

(b) disegno errato



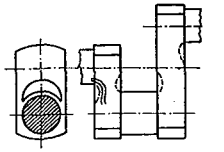
Tra la fine del filetto della vite e l'inizio del pezzo filettato deve intercorrere almeno un Ø di vite.





Il raggio sotto testa non dovrebbe essere minore di 0,08d per piccole viti e 0,1d per viti con Ø 18 mm e oltre.

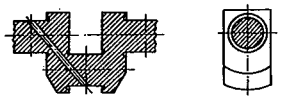
Come ridurre le sollecitazioni concentrate nei particolari di forma complicata.



Un raccordo interno eccentrico localizzato, riduce le sollecitazioni concentrate nel progetto di una manovella a gomito.

segue

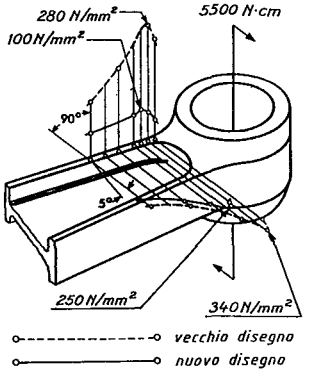
segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici



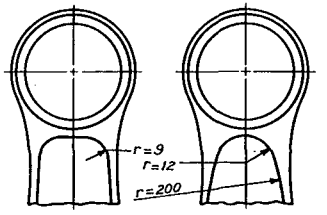
Un raccordo circolare interno permette di incrementare la lunghezza del supporto.

Due esempi pratici che indicano il miglioramento della durata in servizio, risultante dalla riduzione di sforzo concentrato.

Asta di connessione



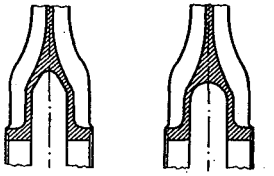
Effetto di sollecitazione a torsione sull'occhio, 27% di miglioramento.



vecchio disegno 590.000 cicli — nuovo disegno 5.500.000 cicli

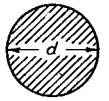
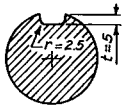
Nuovo disegno di sagomatura di una biella, per diminuire le sollecitazioni concentrate. Durata di cicli con una coppia sufficiente a produrre ± 3° di torsione sovrapposta ad un carico di 89 kN a compressione e altrettanto in tensione.

Biella a forcella



vecchio disegno forca a V	nuovo disegno forca circolare
Carico 111.200 N a compress. più 35.600 N a tens. Durata in cicli:	
728.000	oltre 10.000.000
Carico 147.000 N a compress. più 73.800 N a tens. Durata in cicli:	
146.000	400.000

Influenza della forma dell'intaglio sul mom. di resist. polare Wp

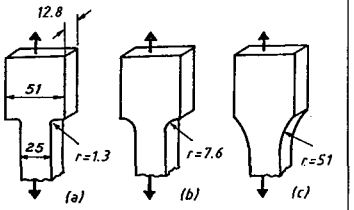
$Wp=(d^3\pi):16$ $=14,54\ cm^3$ $(d=4,2\ cm)$	Rapporto (r:t)	Coef. di forma α_k	Mom. res. pol. Wp cm^3
	-	1	14,54
	0,5	2,1	6,92
	0,2	3,4	4,28
	0,08	5,4	2,69

segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

Particolari di fusione

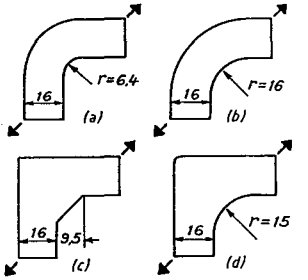
Effetto del raggio di raccordo nella resistenza a fatica.



*pezzo di confronto

Pezzo in prova	Raggio di raccordo	Fattore di concentr. sollecit. nel raccordo	Incremento relativo resist. a fatica in tensione %
a	1,3	3,00	(*)
b	7,6	1,65	40-60
c	51	1,05	100-120

Influenza della forma e raccordo del raggio alla durata a fatica



Soll. applic. N/mm²	Durata cicli fig. c	Durata cicli fig. d
550	12.000	20.000
270	95.000	200.000
175	300.000	10.000.000

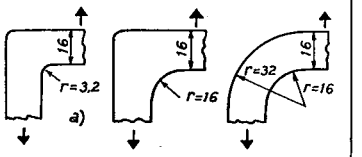
Aumentando il raggio di piegatura o arrotondando gli spigoli dei raccordi, aumenta anche la resistenza a fatica. La vita di (b) é 7 volte più lunga della vita di (a). Il raccordo (d) può resistere 10 volte il numero dei cicli che resiste il raccordo piatto (c)

Influenza della forma in una sezione a L sulla sollecitazione a rottura e sulla deflessione per diversi tipi di angolo.

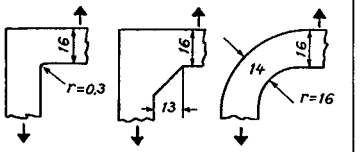
La resistenza statica e il raggio di raccordo di un pezzo in ghisa grigia, ha una relazione simile a quella tra la resistenza a fatica e il raggio di raccordo di parti duttili. Comunque la differenza non può essere grande come nel carico statico.

Un raggio grande, incrementa la resistenza a fatica di un grado maggiore a quello ottenibile da un'incremento dello spessore del metallo. Un raggio grande non produce aumento di spesa.

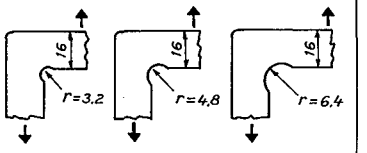
(La prima fig. serve di confronto)



Soll. rott.	100%	125%	100%
defl.	100%	92%	110%



Soll. rott.	80%	100%	75%
defl.	90%	90%	80%



Soll. rott.	95%	100%	86%
defl.	80%	95%	77%

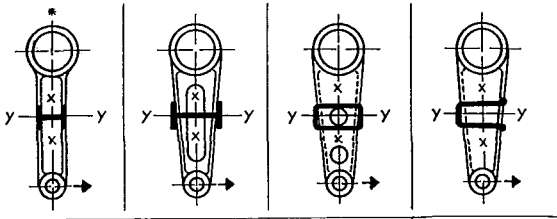
segue

segue: Relazione forma-sollecitazione nel progetto di organi meccanici

Fusioni in ghisa

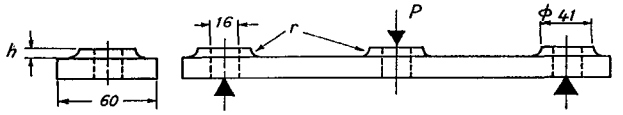
Caratteristiche di leve simili con differente forma di sezione aventi praticamente lo stesso peso. Le leve con sezione a tubo ed a U, sono più adatte a sopportare carichi complessi.

Forma della leva * standard di confronto.



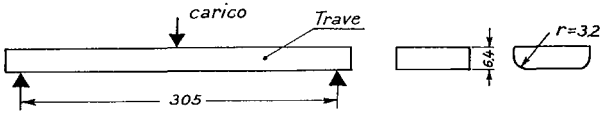
		Sezione	I	I	tubo	U
I cm⁴	X		7,9	40,1	45,7	40,5
	Y		2,8	2,8	15,2	18
W cm⁴	X		5,3	13,5	15,2	13,5
	Y		1,9	1,9	10,2	10,4
Diminuz. sollec.%	X		-	50	57	53
	Y		-	0	81	84

Distribuzione delle sollecitazioni. Effetto dell'altezza della borchia e del raggio di raccordo su una piastra con fori, fusa in ghisa.



altezza borchia h mm	raggio raccordo borchia mm	incremento resistenza ultima	incremento sforzo di rottura %	incremento defless. ogni 25 cm lung. %
di confron. 0	0	0	0	0
2,5	3,2	31	12	15
4,0	3,2	55	18	14
4,8	3,2	73	25	24
4,8	3,2	17	17	17
4,8	11	30	17	17
6,4	3,2	82	32	54

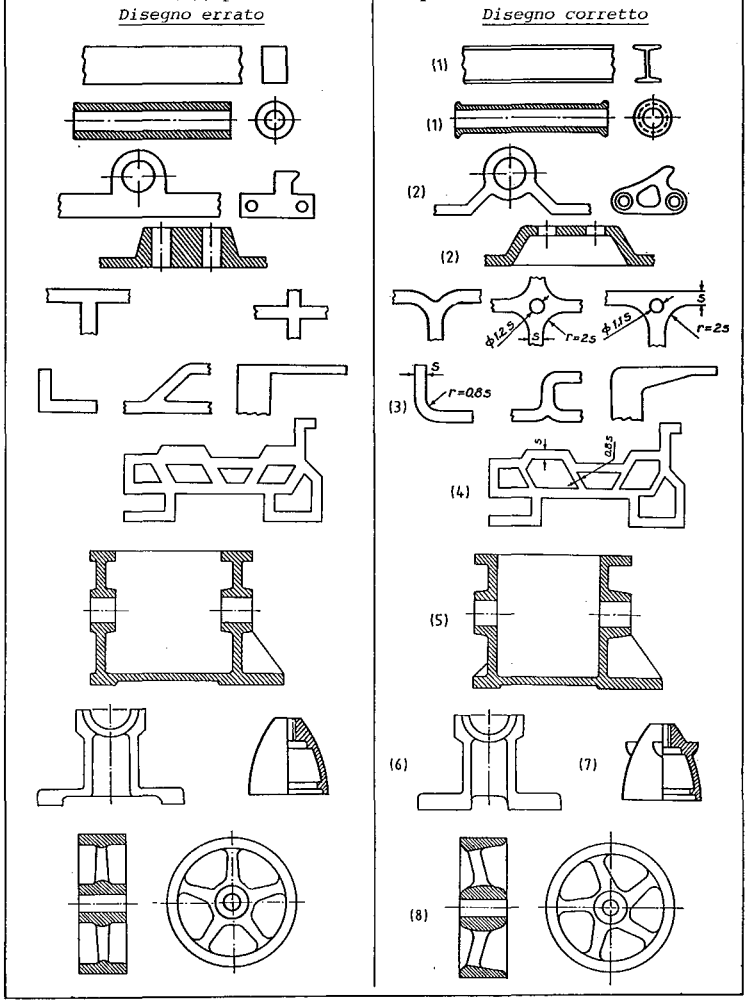
Arrotondando l'angolo in tensione si incrementa la resistenza finale (fino al 70%) e la max deflessione (fino al 20%). Evitare spigoli grezzi (dovuti al rapido raffreddamento degli angoli acuti) è specialmente importante nel materiale ad alta resistenza.



segue

segue: Norme tecniche di disegno per i pezzi metallici fusi

Nella progettazione, occorre ridurre la possibilità di scarti, eliminando risucchi, cricche, tensioni, rotture, ecc. A parità di resist. meccan. ridurre il peso. Prevedere pareti sottili nervate (1), spessori costanti (2), spigoli arrotondati (3), pareti interne sottili (4), evitare casse d'anima (5), migliorare la resistenza alla flessione (6), prevedere appigli di piazzatura (7), miglioramenti della forma (8). Alcuni esempi consigliati anche dai costruttori. (Microfusione Italiana S. p. a. Milano).

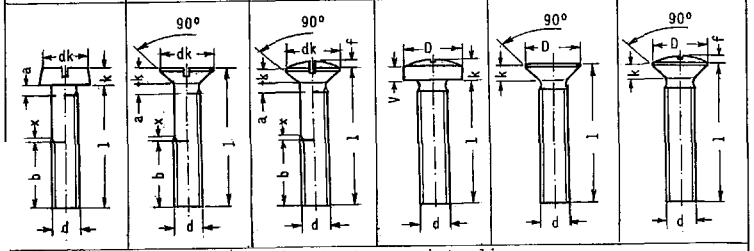


Sezione G

TABELLE NORMALIZZATI

Viti, filett. metr. ISO passo grosso - Categoria A

Viti testa con intaglio			viti testa con impronta a croce		
testa			testa		
cilindrica UNI 6107	svas. piana UNI 6109	sv. calotta UNI 6110	cil.calot. UNI 7687	svas. piana UNI 7688	sv. calotta UNI 7689



Viti a testa con intaglio

d	UNI 6107						UNI 6109-6110						
M	dk	k	filett.int.		f.parz.*		dk	k	filett.int.		f.parz.*		f
°°	max	max	l	l°	l	b	max	max	l	l°	l	b	≈
1,6	3	1,1	2÷16	18÷30		25	3	0,96	1÷10		12÷16	15	0,4
1,8•	3,4	1,3	2÷18	20÷30		25	–	–	–			–	–
2	3,8	1,4	3÷20	22÷30		25	3,8	1,2	3÷18			16	0,5
2,5	4,5	1,8	3÷25	28÷30		25	4,7	1,5	3÷20	22÷25		18	0,6
3	5,5	2	4÷30			25	5,6	1,65	4÷22	25÷30		19	0,75
3,5•	6	2,4	5÷35	40		38	6,5	1,93	4÷25	28÷35		20	0,9
4	7	2,6	5÷40			38	7,5	2,2	5÷25	28÷40		22	1
5	8,5	3,3	6÷40		45÷50	38	9,2	2,5	6÷30	35÷40		25	1,25
6	10	3,9	8÷40		45÷60	38	11	3	8÷35	40÷50		28	1,5
8	13	5	10÷40		45÷80	38	14,5	4	10÷40	45÷55		34	2
10	16	6	12÷40		45÷80	38	18	5	12÷50	55÷60		40	2,5

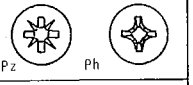
Serie l = (tutte le viti) 2-3-4-5 6-8-10-12•14-16-18• 20-22• 25-28• 30-35-40-45- 50-55-60- (solo UNI 6107)anche 65•70 75•80.
•solo per eccez.
Estremità viti: rullate UNI 947.
b = UNI-ISO 888.
a (corta), x da UNI 5709.

Se concordato: °° M1-M1,2-M1,4. °Fornibile a richiesta. * Gambo inter. filettato.

Viti a testa con impronta a croce

d	Gr. Im. (1)	UNI 7687				UNI 7688			UNI 7689			
M		D max	k max	V ≈	l	D max	k max	l	D max	f ≈	k max	l
2		4	1,72	1,1	3÷16	–	–	–	–	–	–	–
2,5	1	5	2,12	1,3	3÷30	4,7	1,5	5÷25	4,7	0,6	1,5	5÷25
3		6	2,52	1,6	4÷30	5,6	1,65	5÷30	5,6	0,75	1,65	5÷30
3,5•		7	2,82	1,9	–	6,5	1,93	–	6,5	0,85	1,93	–
4	2	8	3,25	2	5÷40	7,5	2,2	5÷40	7,5	1	2,2	5÷40
5		10	3,95	2,5	6÷50	9,2	2,5	6÷50	9,2	1,25	2,5	6÷50
6	3	12	4,75	3	10÷50	11	3	8÷50	11	1,5	3	8÷50
8	4	16	6,15	3,7	10÷50	14,5	4	10÷50	14,5	2	4	10÷50
10		20	7,68	4,8	12÷50	18	5	12÷50	18	2,5	5	12÷50

Serie l = 3-4-5-6-8-10-12-14-16-20-25-30-35-40-45-50.
A richiesta filett. parziale UNI-ISO 888.
•usare solo per eccez. a (corta) UNI 5709.
(1) Impronta,a scelta

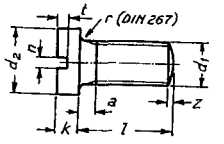


	Viti testa con intaglio			Viti testa con impronta a croce		
Materiale	acciaio	acc. inox	non ferr.	acc. leg. o non	acc. inox o sp.	non ferr.
Clas. res. UNI	4.8-5.8-8.8 3740/3	A2-70,A4-70 7323/8	da conc. 7323/11	4.8 o altre cl. 3740/3	da concordare	da conc. 7323/11
Toll. fil.	6g UNI 4534-5541			6g UNI 4534-5541		
Superficie	nat.8.8 br.	naturale	naturale	possono avere rivestimento UNI 3740/6/7.		

Esempi design. vite d = 3 mm, l = 8 mm
testa cil.: Vite UNI 6107 M3x8-4.8
testa svas. piana: Vite UNI 6109 M3x8-4.8

Esempi design. vite d = 4 mm, l = 10 mm
testa cil.: Vite UNI 7687 M4x10-4.8 Ph
t. sv. piana:Vite UNI 7688 M4x10-4.8 Pz

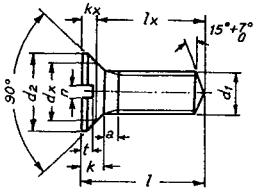
Viti a testa con intaglio per meccanica fine

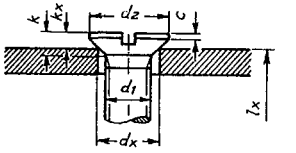


Serie l=0,6-0,7-0,8 1-1,2-1,4-1,6-1,8-2 2,2-2,5-3-4-5-6-8-10. Materiale: acciaio 5.8, inox o altro materiale a richiesta.

Forma A = testa piccola
Forma B = testa media
Forma C = testa grande
Esempio designazione : Vite a testa cilindrica DIN 8243 - M 0,7x1,4-5.8

d_1		M0,3	M0,35	M0,4	M0,5	M0,6	M0,7	M0,8	M0,9	M1	M1,2	M1,4
a	max	0,16	0,18	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,5	0,6
d_2	A	–	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,3
	B	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	–	–	–
	C	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	–	–	–
k	A	–	0,2	0,23	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	B	0,2	0,23	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	–	–	–
	C	0,23	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	–	–	–
n	A	–	0,1	0,12	0,14	0,16	0,16	0,16	0,2	0,2	0,25	0,3
	B	0,1	0,12	0,14	0,16	0,16	0,16	0,2	0,2	–	–	–
	C	0,12	0,14	0,16	0,16	0,16	0,2	0,2	0,25	–	–	–
t B	min	–	0,08	0,09	0,1	0,12	0,14	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32
	max	–	0,12	0,14	0,15	0,18	0,21	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48
t C	min	0,08	0,09	0,1	0,12	0,14	0,16	0,2	0,24	–	–	–
	max	0,12	0,14	0,15	0,18	0,21	0,24	0,3	0,36	–	–	–
t C	min	0,09	0,1	0,12	0,14	0,16	0,2	0,24	0,28	–	–	–
	max	0,14	0,15	0,18	0,21	0,24	0,3	0,36	0,42	–	–	–
Z	max	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45
l		0,6÷0,8	0,6÷1	0,7÷1,4	0,7÷1,6	0,8÷2	1÷2,2	1÷2,5	1,2÷3	1,4÷4	1,8÷10	2÷10



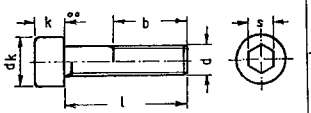
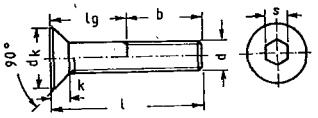


$lx = l - kx$

d_1		M0,4	M0,5	M0,6	M0,7	M0,8	M0,9	M1	M1,2	M1,4
a	max	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,5	0,6
d_2		0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3
k	max	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
n		0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,25
t	min	0,08	0,09	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2	0,24
	max	0,12	0,14	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3	0,35
dx		0,60	0,70	0,80	1,00	1,00	1,20	1,40	1,60	2,00
kx		0,1	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30
l		0,6÷1,4	0,7÷1,8	0,8÷2,5	1÷3	1,2÷4	1,4÷5	1,4÷6	1,6÷6	1,6÷6
C	max	0,07	0,12	0,12	0,12	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	min	0,01	0,04	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Serie l = 0,6-0,7-0,8-1-1,2-1,4-1,6 - 1,8 - 2-2,2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6.
Materiale : acciaio 5.8, inox o altro materiale previo accordo.
Esempio designaz: Vite a testa svasata DIN 8245 - 0,7x 1,4 - 5.8

Viti a testa con cava esagonale filettatura metrica ISO Categoria A

Rappresentazione	testa	passo	d	UNI	Es. designaz.
	cilindrica normale	grosso	1,6÷56	5931	(passo gros.) Vite UNI 5931 M8 x 16-12.9
		fine	8÷56		
	cilindrica bassa	grosso	1,6÷56	9327	(passo fine) Vite UNI 9327 M8x1x16-8.8
		fine	8÷56		
	svasata piana	grosso	3-20	5933	Vite UNI 5933 M5 x 20 - 8.8

d(passo) gr. M	fine x	UNI 5931-9327 d_k max	s nom	fil.compl. l	fil.compl. lg	parz. l≥	parz. b	9327 k max	5933 (solo passo grosso) d_k mx	s nom	k max	fil.compl. l	fil.compl. lg	parz. l≥	parz. b°
1,6	-	3	1,5	2,5÷16	1,05	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-
2	-	3,8	1,5	3÷20	1,2	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-
2,5	-	4,5	2	4÷25	1,35	-	-	1,88	-	-	-	-	-	-	-
3	-	5,5	2,5	5÷30	1,5	20	18	2,25	6	2	1,7	8÷20	3,2	-	12
4	-	7	3	6÷40	2,1	25	20	3	8	2,5	2,3	8÷25	4,4	-	14
5	-	8,5	4	8÷50	2,4	25	22	3,75	10	3	2,8	10÷50	5,2	30	16
6	-	10	5	10÷60	3	30	24	4,5	12	4	3,3	10÷50	6,3	35	18
8	1	13	6	12÷80	3,75	35	28	6	16	5	4,4	16÷55	8,2	45	22
10	1,25	16	8	16÷100	4,5	40	32	7,5	20	6	5,5	16÷60	10	45	26
12	1,25	18	10	20÷120	5,25	50	36	9	24	8	6,5	20÷60	11,8	55	30
14•	1,5	21	12	25÷140	6	55	40	10,5	27	10	7	30÷70	13	55	34
16	1,5	24	14	25÷160	6	60	44	12	30	10	7,5	30÷70	13,5	60	38
18•	1,5	27	14	30÷180	7,5	65	48	13,5	33	12	8	40÷70	15,5	60	42
20	1,5	30	17	30÷200	7,5	70	52	15	36	12	8,5	40÷70	16	-	46
22•	1,5	33	17	35÷200	7,5	70	56	16,5							
24	2	36	19	40÷240	9	80	60	18							
27•	2	40	19	45÷260	9	90	66	20,25							
30	2	45	22	45÷300	10,5	100	72	22,5							
33•	2	50	24	50÷300	10,5	100	78	24,75							
36	3	54	27	55÷300	12	110	84	27							
39•	3	58	27	60÷300	12	120	90	29,25							
42	3	63	32	60÷300	13,5	130	96	31,5							
48	3	72	36	70÷300	15	150	108	36							
52•	3	78	36	80÷300	15	150	116	39							
56	4	84	41	80÷300	16,5	180	124	42							

° Dietro accordo possono essere fornite con gambo interamente filettato, indicarlo nella designaz.
°° Viti UNI 5931: k = d.
Viti UNI 5933: solo passo grosso.
(1) Misura esclusa per le viti UNI 5933.
• Usare solo per eccez.

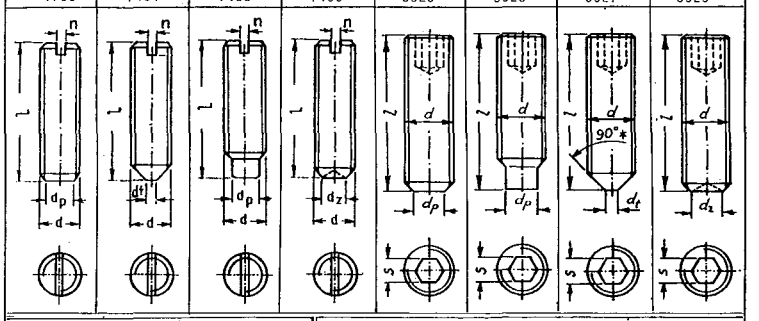
Serie 1 = 2,5-3-4-5-6-8-10-12-16-20-25-30-35-40-45-50-55-60-65(1)-70-80-90-100-110-120-130-140-150-160-180-200-220-240-260-280-300.

Caratteristiche e norme di riferimento (Categoria A UNI-ISO 4759/1).

Materiale	Acciaio	Acc. inox	non ferroso
Toller. filettatura UNI	5g - 6g classe resist.12.9, 6g le altre classi 4534 - 5541		
Classe di resistenza (UNI 5931-9327) UNI	8.8-10.9-12.9 3740/3	da concordare 7323/8	da concordare -
Classe di resistenza (UNI 5933) UNI	8.8-10.9 3740/3	A2-70 7323/8	da concordare -
Superficie UNI	ossidata nera 3740/6 a richiesta altri rivestim.)	naturale	naturale

Viti senza testa, filett. metrica ISO - Categoria A -

con intaglio passo grosso				con cava esagonale passo grosso e fine			
estremità UNI 947-ISO 4753				estremità UNI 947-ISO 4753			
piana sm.	troncocon.	cil. lunga	a coppa	piana sm.	cilindrica	troncocon.	a coppa
UNI-ISO				UNI			
4766	7434	7435	7436	5923	5925	5927	5929



testa con intaglio						testa con cava esagonale							
UNI-ISO		4766	7434	7435	7436			UNI	5923	5925		5927	5929
d	n	l	l	l	l	d		s	l	l°	l°°	l	l
M	max	nom	nom	nom	nom	p.gM	p.fineM	nom	nom	nom	nom	nom	nom
1,2	0,4	2÷6	2÷6	-	-	1,6	-	0,7	2÷8	2,5	3÷8	2÷8	2÷8
1,6	0,56	2÷8	2÷8	2,5÷8	2÷8	2	-	0,9	2÷10	3	4÷10	2,5÷10	2÷10
2	0,64	2÷10	3÷10	3÷10	2,5÷10	2,5	-	1,3	2,5÷12	4	5÷12	2,5÷12	2,5÷12
2,5	0,72	2,5÷12	3÷12	4÷12	3÷12	3	-	1,5	3÷16	4-5	6÷16	3÷16	3÷16
3	0,8	3÷16	4÷16	5÷16	3÷16	4	-	2	4÷20	6	8÷20	4÷20	4÷20
3,5•	0,96	4÷20	5÷20	5÷20	4÷20	5	-	2,5	5÷25	-	8÷25	5÷25	5÷25
4	1,12	4÷20	6÷20	6÷20	4÷20	6	-	3	6÷30	8	10÷30	6÷30	6÷30
5	1,28	5÷25	8÷25	8÷25	5÷25	8	8x1	4	8÷40	10	12÷40	8÷40	8÷40
6	1,6	6÷30	8÷30	8÷30	6÷30	10	10x1,25	5	10÷50	12	14÷50	10÷50	10÷50
8	2	8÷40	10÷40	10÷40	8÷40	12	12x1,25	6	12÷60	14-16	18÷60	12÷60	12÷60
10	2,4	10÷50	12÷50	12÷50	10÷50	14	14x1,5	6	14÷70	14÷20	25÷70	14÷70	14÷70
12	2,8	12÷60	14÷60	14÷60	12÷60	16	16x1,5	8	16÷70	16÷20	25÷70	16÷70	16÷70
						18°	18x1,5°	10	18÷70	18÷25	30÷70	18÷70	18÷70
						20	20x1,5	10	18÷70	20-25	30÷70	18÷70	18÷70
						22°	22x1,5°	12	20÷70	25-30	35÷70	20÷70	20÷70
						24	24x2	12	20÷70	25-30	35÷70	20÷70	20÷70

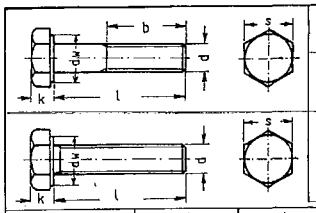
Serie 1 (tutte le viti) = 2-2,5-3-4-5-6÷16(2in2)-18*20-25÷70(5in5).
(*) solo viti a testa con cava.

	testa con intaglio			testa con cava		
Materiale	acciaio	acc. inox	non ferr.	acc.legato	acc. inox	non ferr.
Cl.resist. UNI	14H-22H 7323/10	A1-50 7323/8	da conc. 7323/11	45H 7323/10	da conc. 7323/8	da conc. 7323/11
Toll. fil. UNI	6g 4534 - 5541 a 5546			5g - 6g (classe res. 45H) 6g (altre classi)		
Superficie UNI 3740/6	naturale a rich. rivest. UNI 3740/6			oss. nera naturale altri tipi di riv. da conc.		naturale

• usare soltanto per eccezione.
° viti con estrem. cilind. corta.
°° viti con estrem. cilin. lunga.
Viti con cava esagonale UNI 5927 con dx1 = 1,6x2 - 1,6x2,5- 2x2,5-2,5x3-20x18-22x20-24x20 e con d=1 hanno α = 120° anziché 90°.

Esempi di designazione,
Vite con intaglio, estr.piana sm. M8, l = 12 mm, acc. 14H:
Vite UNI-ISO 4766 M8x12 14H.
Vite con cava, estr. cilindrica M10, l = 20 mm, acc. inox A2-70:
Vite UNI 5925 M10x20 A2-70.

Viti a testa esagonale passi grosso e fine - Categ. A, B e C



Categ	passo	gambo	d	UNI	Norme per la designazione
A-B	grosso	parz. filett.	1,6÷64	EN 24014	ISO 4014
C	grosso		5÷64	EN 24016	ISO 4016
A-B	fine		8÷64	EN 28765	ISO 8765
A-B	grosso	inter. filett.	1,6÷64	EN 24017	ISO 4017
C	grosso		5÷64	EN 24018	ISO 4018
A-B	fine		8÷64	EN 28676	ISO 8676

d			dw		b			k	s	l		l		l
* misure non preferenziali			Categoria		l ≤ 125	125 < l ≤ 200	l > 200			passo grosso		passo fine		passo grosso
M	pas. grosso	pas. fine	A	B-C Cmin°				nom.	nom max	Cat. A	Cat. B	Cat. A	Cat. B	Cat. C
1,6			2,27		9			1,1	3,2	12÷16				
2			3,07		10			1,4	4	16÷20				
2,5			4,07		11			1,7	5	16÷25				
3			4,57		12			2	5,5	20÷30				
3,5*			5,07		13			2,4	6	20÷35				
4			6,03		14			2,8	7	25÷40				
5			6,88	6,74°	16			3,5	8	25÷50				25÷40
6			8,88	8,74°	18			4	10	30÷60				30÷60
8	1		11,63	11,5°	22			5,3	13	40÷80		40÷80		40÷80
10	1	1,25*	14,63	14,5°	26			6,4	16	45÷100		45÷100		45÷100
12	1,5	1,25*	16,63	16,5°	30			7,5	18	50÷120		50÷120		55÷130
14*		1,5*	19,37	19,2°	34	40		8,8	21	60÷140		60÷140		60÷140
16	1,5		22,49	22	38	44		10	24	65÷150	160	65÷150		65÷160
18*		1,5*	25,34	24,85	42	48		11,5	27	70÷150	160÷180	70÷150	160÷200	80÷180
20	1,5	2*	28,19	27,7	46	52		12,5	30	80÷150	160÷200	80÷150	160÷200	80÷200
22*		1,5*	31,71	31,35	50	56	69	14	34	90÷150	160÷220	90÷150	160÷220	90÷220
24	2		33,61	33,25	54	60	73	15	36	90÷150	160÷240	100÷150	160÷240	100÷240
27*		2*		38	60	66	79	17	41		100÷260		110÷260	110÷260
30	2			42,75	66	72	85	18,7	46		110÷300		120÷300	120÷300
33*		2*		46,56		76	91	21	50		130÷320		130÷320	130÷320
36	3			51,11		84	97	22,5	55		140÷300		140÷360	140÷360
39*		3*		55,86		90	103	25	60		150÷380		150÷380	150÷400
42	3			59,95		96	109	26	65		160÷440		160÷440	180÷420
45*		3*		64,7		102	115	28	70		180÷440		180÷440	180÷440
48	3			69,45		108	121	30	75		180÷480		200÷480	200÷480
52*		4*		74,2		116	129	33	80		200÷480		200÷480	200÷500
56	4			78,66			137	35	85		220÷500		220÷500	240÷500
60*		4*		83,41			145	38	90		240÷500		240÷500	240÷500
64	4			88,16			153	40	95		260÷500		260÷500	260÷500

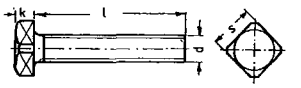
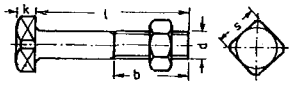
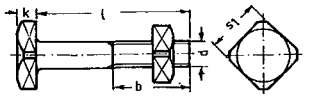
Serie l = 12-16-20-65 (5 in 5) 70-160 (10 in 10) 180-500 (20 in 20). ° Solo categ. C.

Caratteristiche - Prescrizioni generali ISO 8992 -

Categoria	A e B				C
Materiale	acciaio		acciaio inox	non ferrosi	acciaio
Toll. filett.	6g ISO 261 - ISO 965/2				8g
Classe resist.	d < 3: secondo accordo 3 ≤ d ≤ 39: 5.6-8.8-10.9 d > 39: secondo accordo		d ≤ 20 : A2 - 70 20 < d ≤ 39 : A2-50 d > 39: sec. accordo	ISO 8839	d ≤ 39 : 3.6-4.6 - 4.8 d > 39 sec.acc.
Tolleranze	d ≤ 24 e l ≤ 10 d o 150 (1) : A d > 24 o l > 10 d o 150 (1) : B		(1) secondo il valore più piccolo.		C UNI 4759/1
Finitura	come da lavorazione		naturale	naturale	come da lavor.

Es. des. Vite t.esag. EN 24014,M8,l=40,cl.res.8.8: Vite testa esag. ISO 4014-M8x40-8.8

Viti e bulloni a testa quadra passo grosso Cat. C

Rappresentazione	Denomin.	dado	d	Es.designaz.
	Viti a testa quadra inter. filett.	-	5÷36	Vite UNI 5726 - M 8x40-6.8
	Viti e bulloni a testa quadra	UNI 5592 esagon.	5÷36	Bullone UNI 5728 - M 6x50-6.4
	Viti e bulloni testa quadra larga	UNI 5597 quadro	6÷30	Vite UNI 5729 M 20x90-6.8

	testa quadra		UNI 5726	UNI 5728	UNI 5729 t.lar.	
d	k	s	l	l	l	s_1
M 5	3,5	8	10 ÷ 35	20 ÷ 65	-	-
M 6	4	10	10 ÷ 35	25 ÷ 70	40 ÷ 80	13
M 8	5,3	13	14 ÷ 40	25 ÷ 100	40 ÷ 100	19
M 10	6,4	17	14 ÷ 50	30 ÷ 140	40 ÷ 130	22
M 12	7,5	19	25 ÷ 65	35 ÷ 180	40 ÷ 160	27
M 14°	8,8	22	25 ÷ 70	40 ÷ 200	-	-
M 16	10	24	30 ÷ 80	45 ÷ 200	60 ÷ 180	36
M 18°	11,5	27	35 ÷ 80	45 ÷ 200	-	-
M 20	12,5	30	35 ÷ 90	50 ÷ 200	70 ÷ 200	41
M 22°	14	32	40 ÷ 90	55 ÷ 200	-	-
M 24	15	36	40 ÷ 110	60 ÷ 200	70 ÷ 200	50
M 27°	17	41	45 ÷ 110	65 ÷ 200	80 ÷ 200	60
M 30	18,7	46	45 ÷ 120	70 ÷ 200	80 ÷ 200	65
M 33°	21	50	45 ÷ 120	75 ÷ 200	-	-
M 36	22,5	55	50 ÷ 150	80 ÷ 200	-	-

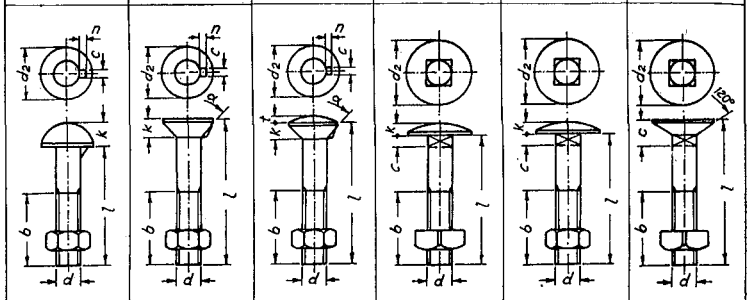
Serie 1 (per UNI 5726 e 5728) = 10-14-16-20-25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-7580-90-100-110-120-125-130-140-150-160-170-180-190-200.
Serie 1 (per UNI 5729) = 40-45-50-60-70-80-90-100-110-120-125-130-140-150-160-170-180-200.
A richiesta, viti con lunghezza l diversa da quella indicata. In tal caso scegliere fra quelle previste nella UNI-ISO 888, nella quale sono indicate anche le lunghezze filettate b delle UNI 5728 e 5729.

Materiale		Acciaio
Prescrizioni generali		UNI 3740/1
Filettatura	Tolleranza	8g UNI 4534 UNI 5541
Caratterist. meccan.	Classe resist.	3.6-4.6-4.8-6.8 UNI 3749/3 (*)
Tolleranze	categoria	C UNI-ISO 4759/1
Finitura		Come da lavorazione. Altre finiture o trattamenti di superficie, possono essere concordati all'ordinazione.

(*) Ovvero materiale non ferroso (da indicare nella designazione al posto della classe). ° Usare solo per eccezione.

Viti e bulloni filett. metrica ISO a passo grosso - Categ. C -

Viti e bulloni con nasello			Viti e bul.	Bulloni	Viti e bul.
testa			con quadro sottotesta		
tonda stretta UNI 5730	svasata stretta UNI 5733	svasata str. calot. UNI 5734	testa tonda larga UNI 5731	testa tonda larga UNI 5732	t. svasata larga UNI 5735

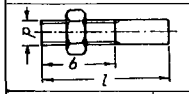


dado esagonale UNI 5592			dado quadrato UNI 5597	dado esagonale UNI 5592	dado quadrato UNI 5597

d	Viti e bulloni con nasello									Viti e bulloni quadro sottotesta					
	d_2	c	n	α	UNI 5730 l*	UNI 5730 K	UNI 5733-5734 l*	UNI 5733-5734 K	UNI 5733-5734 t	d_2	K	UNI 5731-5732 l*	UNI 5731-5732 c	UNI 5735 l*	UNI 5735 c
M5	9	1,5	1,3		20÷60	3,5	20÷60	2,5	1	13	2,5	20÷80	3	20÷60	5,5
M6	11	2	1,8		25÷75	4	25÷75	3	1,5	13,5	3	25÷110	4	24÷110	7
M8	15	2,5	2,3	90°	30÷100	6	30÷100	4	1,5	20	4	30÷125	5	30÷100	9
M10	18	3	2,7		35÷120	7	35÷120	4,5	2	25	5	35÷200	6	35÷120	11
M12	21	3	2,7		40÷140	8,5	40÷140	5	2	30	6	40÷200	8	40÷140	14
M14*	23	3,5	3,3		45÷160	9	40÷160	8,5	2,5	35	7	45÷200	9	40÷160	16
M16	26	4	3,5		50÷170	10,5	45÷170	9,5	3	40	-	-	-	45÷170	18
M18*	30	4	3,8		55÷180	12	50÷180	11	3,5	42	-	-	-	50÷180	20
M20	33	4,5	4,2	60°	60÷200	13	55÷200	12	3,5	45	-	-	-	55÷200	22
M22*	35	5	4,8		65÷200	14	60÷200	12	3,5	-	-	-	-	-	-
M24	40	5,4	5,2		70÷200	16	65÷200	14,5	4	-	-	-	-	-	-
M27*	45	6	5,7		-	-	70÷200	16,5	4,5	-	-	-	-	-	-

(*) Serie 1: 20÷80 (5 in 5)-80÷120 (10 in 10)-125*-130÷200 (10 in 10)

Bulloni da saldare UNI 5736 dx1



M8x100 - M10x120 - M12x150 - M14x180 - M16x200
M18*x200 - M20x250 - M22*x250 - M24x280 - M27*x320
M30x350 - M33*x400 - M36x420 - M39*x480 - M42x500
M45*x550 - M48x580 - M52*x620- Dado esag. UNI 5592

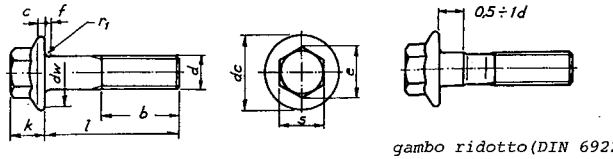
Materiale	Acciaio, ovvero materiale non ferroso.	b da UNI-ISO 888
Classe res.	10H - 4.6 secondo la UNI 3740.	* usare solo per eccezione.
Toll. filett.	8g secondo la UNI 5546.	
Superficie	viti e bulloni possono avere adatto rivest. protettivo.	

Esempi di designazione

Vite a testa tonda stretta e nasello, d = M8, l = 40 mm, mat.4.6: Vite UNI 5730 M8x40-4.6
Bullone, stessi dati del preced.: Bullone UNI 5730 M8x40-4.6
Bullone a gambo da saldare M8, materiale 4.6 (per gambo e dado): Bullone UNI 5736 M8-4.6

Viti e dadi a testa esagonale con flangia

Viti a testa esagonale con flangia DIN 6921



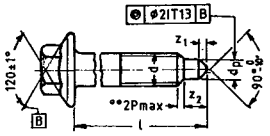
gambo ridotto (DIN 6922)

d (passo) gr.	fine	dc(*) max	dw min	k(*) max	c min	f max	r min	s(*) max	e min	l nom.	l (DIN6922)
M5	-	11,8	9,8	5,4	1	1,4	0,25	8	8,71	10÷50	30÷50
M6	-	14,2	12,2	6,6	1,2	2	0,4	10	10,95	12÷60	35÷60
M8	M8x1	18	15,8	8,1	1,2	2	0,4	13	14,26	16÷80	40÷80
M10	M10x1,25	22,3	19,6	9,2	1,5	2	0,4	15	16,5	20÷100	45÷100
M12	M12x1,5	26,6	23,8	11,5	1,8	3	0,6	16	17,62	25÷120	50÷120
M14	M14x1,5	30,5	27,6	12,8	2,1	3	0,6	18	19,86	30÷140	55÷140
M16	M16x1,5	35	31,9	14 4	2,4	3	0,6	21	23,15	35÷160	60÷160
M20	M20x1,5	43	39,9	17,1	3	4	0,8	27	29,87	40÷200	70÷200

(*) Serie pes. classe A DIN 6921-ISO/DIS 8100. b vedi UNI-ISO 888.
Materiale: 8.8-10.9-12.9- acciaio inox o altro materiale.
Tolleranze su d: 6g- categoria A.
Finit. superf. lucida o ossidata.

Serie 1 = 10-12-16-20-25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-80- 90- 100-110-120-130-140-150-160-180- 200.
Esempio di designazione:
Vite a testa esagon. con flangia DIN 6921 - M 10x5 - 10.9

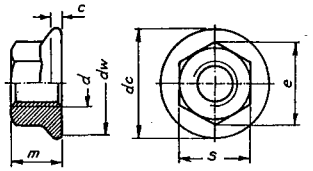
Viti a testa esagon. con flangia estrem. cil. troncocon. UNI 9518



d (M)	dp max	dp min	Z_1 max	Z_1 min	Z_2 max	Z_2 min
5	3,8	3,5	1,7	1,2	3,5	2,8
6	4,5	4,2	2,1	1,6	4	3,3
8	6,2	5,84	2,5	1,9	5	4
10	7,8	7,44	3	2,4	6	5
12	9,5	9,14	3,5	2,8	7	6
14	11,2	10,77	4	3,3	8	7
16	13,2	12,77	4,5	3,8	9	8
-	-	-	-	-	-	-

Filett. metrica ISO. Raccomandate per il montaggio in automatico.
La tolleranza 2IT 13 é in funzione della lunghezza l.
°°2P = passo (del profilo).
Riferimento UNI 9518.

Dadi esagonali con flangia DIN 6923

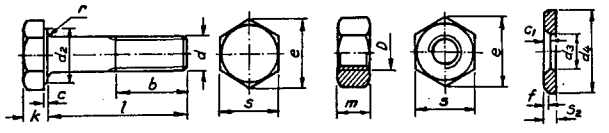


d(M) gr	fine	dc max	m mx	m mx	s min	e min
5	-	11,8	5	8	7,78	8,79
6	-	14,2	6	10	9,78	11,05
8	8x1	17,9	8	13	12,73	14,38
10	10x1,25	21,8	10	15	14,73	16,64
12	12x1,5	26	12	18	17,73	20,03
14	14x1,5	29,9	14	21	20,67	23,36
16	16x1,5	34,5	16	24	23,67	26,75
20	20x1,5	42,8	20	30	29,67	32,95

Quote dw, c vedi DIN 6921 (viti).
Materiale: 8 - 10 - 12, oppure acciaio inox o altro materiale.
Tolleranza su d: 6H. Categoria A.
Esempio di designazione:
Dado esagonale DIN 6923 - M8 - 8.

Collegamenti ad alta resistenza per carpenteria

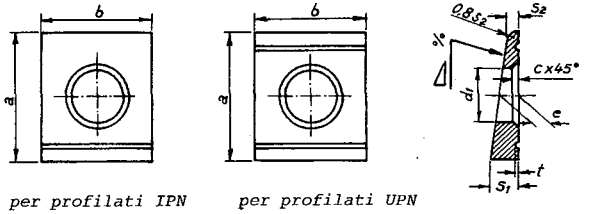
Viti a testa esag. larga, dadi esag. larghi, rosette per bulloni



Vite a testa esagonale Dado esagonale Rosetta

d= D	s	e	vite c	vite d_2	vite r	vite bxl*	vite bxl*	vite k	dad. m	rosetta d_3	rosetta d_4	rosetta f	rosetta s_2	rosetta c_1
M12	22	23,91	0,4	20,4	1,2	21 30÷40	23 45÷70	8	10	13	24	0,5	3	1,6
M14	24	26,17	0,4	22,4	1,2	23 35-40	25 45÷70	9	11	15	28	1	4	1,6
M16	27	29,56	0,4	25,4	1,2	26 40÷70	28 75÷105	10	13	17	30	1	4	1,6
M18	30	32,95	0,4	28,4	1,2	28 40÷70	30 75÷105	12	15	19	34	1	4	1,6
M20	32	35,03	0,4	30	1,5	31 55÷85	33 90÷130	13	16	21	37	1	4	2
M22	36	39,55	0,4	33,8	1,5	32 60÷85	34 90÷130	14	18	23	39	1	4	2
M24	41	45,20	0,5	38,8	1,5	34 65÷85	37 90÷150	15	19	25	44	1	4	2
M27	46	50,85	0,5	43,8	2	37 70÷95	39 100÷160	17	22	28	50	1	5	2,5

Piastrine per bulloni per appoggio su ali di profilati IPN e UPN



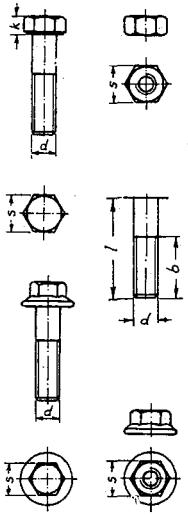
per profilati IPN per profilati UPN

des. d_1	a	b	c	t	IPN e	IPN s_1	IPN s_2	IPN %	UPN e	UPN s_1	UPN s_2	UPN %	per viti e dadi
13	30	26	1,6	0,7	4	6,2	2		4	4,9	2,5		M12
15	36	32	1,6	0,8	5	7,5	2,5		4,5	5,9	3		M14
17	36	32	1,6	0,8	5	7,5	2,5		4,5	5,9	3		M16
19	44	40	1,6	0,9	6	9,2	3	14	5	7	3,5	8	M18
21	44	40	2	0,9	6	9,2	3		5	7	3,5		M20
23	50	44	2	1	6,5	10	3		6	8	4		M22
25	56	56	2	1	7	10,8	3		6	8,5	4		M24
28	56	56	2,5	1	7	10,8	3		6	8,5	4		M27

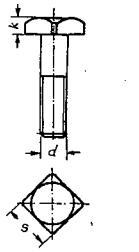
* l da 30 a 160 mm di 5 in 5 mm.
Materiale:
Viti, classe di resistenza 10.9
Dadi, classe di resistenza 10
Rosette e piastrine, acciaio C50 UNI 7845, superficie ossidate nere e oliate
Esempi di designazione vite testa esag. larga alta resist.M16,l 50:
Vite UNI 5712-M12x50-10.9.
dado esag. largo alta resist.M16:
Dado UNI 5713-M12-10.
rosetta per bull. alta res.d =17:
Rosetta UNI 5714-17-C50.
piastrina per bull. alta resist. per appoggio su ali di travi
IPN: Piastrina UNI 5715-13-C50.
UPN: Piastrina UNI 5716-13-C50.

Elementi di fissaggio - dimens. nom. per applicaz. generali

Prodotti esagonali



a testa quadra



dadi quadri

d	k	UNI 5625-ISO 272 s normale	UNI 5625-ISO 272 s larga	UNI-ISO 888 lungh. fil. b l≤125	UNI-ISO 888 lungh. fil. b l>125 ≤200	UNI-ISO 888 lungh. fil. b l>200	UNI5625-ISO272 flangiate s viti	UNI5625-ISO272 flangiate s viti (1)	UNI5625-ISO272 flangiate s dadi
1,6	1,1	3,2	-	9	-	-	-	-	-
2	1,4	4	-	10	-	-	-	-	-
2,5	1,7	5	-	11	-	-	-	-	-
3	2	5,5	-	12	-	-	-	-	-
4	2,8	7	-	14	-	-	-	-	-
5	3,5	8	-	16	-	-	7	8	8
6	4	10	-	18	-	-	8	10	10
7	4,8	11	-	20	-	-	-	-	-
8	5,3	13	-	22	28	-	10	13	13
10	6,4	16	-	26	32	-	13	15	15
12	7,5	18	21	30	36	-	15	18	18
14	8,8	21	24	34	40	-	18	21	21
16	10	24	27	38	44	57	21	24	24
18	11,5	27	30	42	48	61	-	-	-
20	12,5	30	34	46	52	65	27	30	30
22	14	34	36	50	56	69			
24	15	36	41	54	60	73			
27	17	41	46	60	66	79			
30	18,7	46	50	66	72	85			
33	21	50	55	72	78	91			
36	22,5	55	60	78	84	97			
39	25	60	65	84	90	103			
42	26	65	-	90	96	109			
45	28	70	-	96	102	115			
48	30	75	-	102	108	121			
52	33	80	-	-	116	129			
56	35	85	-	-	124	137			
60	38	90	-	-	132	145			
64	40	95	-	-	140	153			
68	43	100	-	-	148	161			
72	45	105	-	-	156	169			
76	48	110	-	-	164	177			
80	50	115	-	-	172	185			
85	54	120	-	-	182	195			
90	57	130	-	-	192	205			
95	60	135	-	-	-	215			
100	63	145	-	-	-	225			
105	66	150	-	-	-	235			
110	69	155	-	-	-	245			
115	72	165	-	-	-	255			
120	76	170	-	-	-	265			
125	79	180	-	-	-	275			
130	82	185	-	-	-	285			
140	88	200	-	-	-	305			
150	95	210	-	-	-	325			

Valori di s secondo UNI 5625 che restano in uso a titolo transitorio.

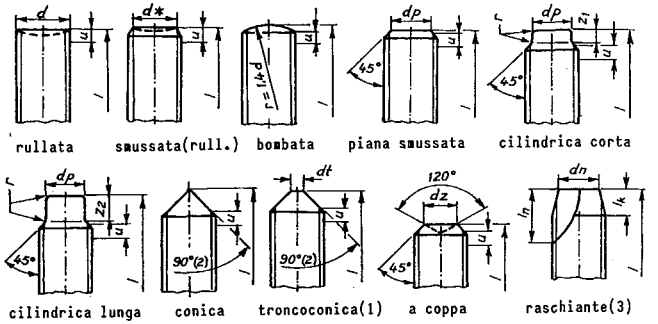
d	10	12	14	22
s	17	19	22	32

(1) Seconda serie attualmente allo studio in sede ISO.

- Lunghezze nominali l delle viti (da UNI-ISO 888) -
2-2,5-3-4-5-6-7*-8-9*-10-11*-12-14-16-18*-20-22*-25-28*-30-32*-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95*-100-105*-110-115*-120-125*-130-140-150-160-170-180-190-200-240-260-300- ecc. con incremento di 20.
(*) Valori possibilmente da evitare.

Estremità degli elementi con filettatura esterna metrica ISO

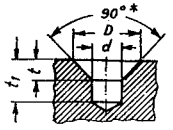
Di uso raccomandato (es. estremità viti) salvo specifica contraria nelle norme di prodotto (Rif. UNI 947 ISO 4753)



Ød nom	dp h14	dt h16	dz h14	z_1 +IT14 0	z_2 +IT14 0	Ød nom	dp h14	dt h16	dz h14	z_1 +IT14 0	z_2 +IT14 0
1	0,5	0,1	-	-	-	12	8,5	3	7	3	6
1,2	0,6	0,12	-	-	-	14	10	4	8,5	3,5	7
1,4	0,7	0,14	0,7	0,35	0,7	16	12	4	10	4	8
1,6	0,8	0,16	0,8	0,4	0,8	18	13	5	11	4,5	9
1,8	0,9	0,18	0,9	0,45	0,9	20	15	5	13	5	10
2	1	0,2	1	0,5	1	22	17	6	15	5,5	11
2,2	1,2	0,22	1,1	0,55	1,1	24	18	6	16	6	12
2,5	1,5	0,25	1,2	0,63	1,25	27	21	8	-	6,7	13,5
3	2	0,3	1,4	0,75	1,5	30	23	8	-	7,5	15
3,5	2,2	0,35	1,7	0,88	1,75	33	26	10	-	8,2	16,5
4	2,5	0,4	2	1	2	36	28	10	-	9	18
4,5	3	0,45	2,2	1,12	2,25	39	30	12	-	9,7	19,5
5	3,5	0,5	2,5	1,25	2,5	42	32	12	-	10,5	21
6	4	1,5	3	1,5	3	45	35	14	-	11,2	22,5
7	5	2	4	1,75	3,5	48	38	14	-	12	24
8	5,4	2	5	2	4	52	42	16	-	13	26
10	7	2,5	6	2,5	5						

*(1) Per Ø 5 mm, la punta può essere leggerm. arrotond. (2)120° per tutte le viti corte indicate nelle norme. (3) dn = d - 1,6 P; lk= = 3P + 0,5 mm; ln = 5P + 0,5 mm. Altre forme di estrem. raschianti sono permesse. Dimensioni u = 2P filetti incompleti. * Ø max = Ø fondo filetto. r = arrotondam. di piccolo raggio.*

Sedi per viti con estremità conica a 90° (Rif. UNI 2377)

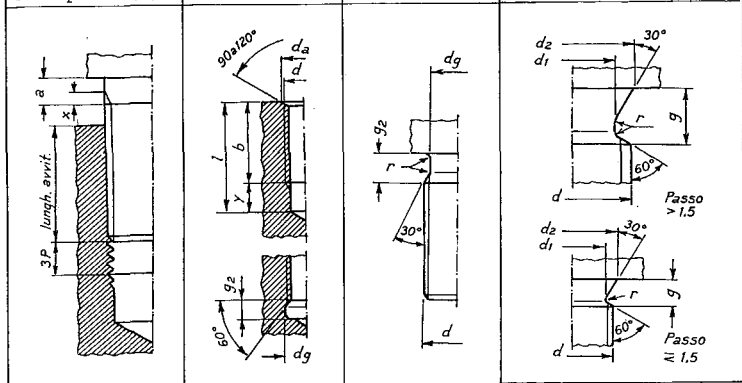


Design. Dxd	t	t_1	Ø viti	Design. Dxd	t	t_1	Ø viti
1x2,2	0,6	1,5	3	4x9	2,5	5,5	12
1x2,9	1	2	4	4x10	3	5,8	14
1,5x3,8	1,2	2,5	5	6x12,5	3,2	7,2	16
1,5x4,4	1,5	3	6	6x13	3,5	7,5	18
2x5,5	1,8	3,5	7	6x14	4	7,8	20
2x6	2	4	8	8x16	4	9	22
2,5x7	2,2	5,2	10	9x17,5	4,2	10,2	24

Esempio des. sede per vite Ø 10: Sede UNI 2377-2,5x7. Queste dimensioni non sono valide per viti corte con α = 120°.

Elementi di fissaggio con filettatura metrica ISO

Distanza di spallamento (a) Tratti a filet. incompleto (x). — *Gole di scar. lungh. a fil. completo (b) fori ciechi(1)* — *Gole di scarico elementi di fissaggio filettat.esterna* — *Gole di scarico sottotesta per guarnizioni per filettature esterne metriche.*



UNI 5709			UNI 5710			UNI-ISO 4755			UNI 5711			Ø
P passo	a max norm. 3P	x max	y aus.	g_2 max	dg min d+	dg h12° d-	g_2 max	r	d_1 h12 d-	d_2 d1+	g H14	filet. passo grosso
0,2	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	0,75	0,6	2,5	-	-	0,4	0,75	0,12	-	-	-	1÷1,2
0,3	0,9	0,75	2,7	-	-	0,5	0,9	0,16	-	-	-	1,4
0,35	1,05	0,9	2,8	-	-	0,6	1,05	0,16	-	-	-	1,6÷1,8
0,4	1,2	1	3	-	-	0,7	1,2	0,2	-	-	-	2
0,45	1,35	1,1	3,1	-	-	0,7	1,35	0,2	-	-	-	2,2÷2,5
0,5	1,5	1,25	3,6	2,7	0,25	0,8	1,5	0,2	-	-	-	3
0,6	1,8	1,5	4	3,3	0,30	1	1,8	0,4	-	-	-	3,5
0,7	2,1	1,75	4,4	3,8	0,30	1,1	2,1	0,4	-	-	-	4
0,75	2,25	1,9	4,7	4,1	0,35	1,2	2,25	0,4	1,25	1,7	2	4,5
0,8	2,4	2	4,9	4,4	0,40	1,3	2,4	0,4	1,4	1,7	2	5
1	3	2,5	5,6	5,4	0,45	1,6	3	0,6	1,7	2,2	2,5	6÷7
1,25	4	3,2	6,7	7,0	0,50	2	3,75	0,6	2,1	2,6	3,1	8÷9
1,5	4,5	3,8	7,6	8,1	0,60	2,3	4,5	0,8	2,45	2,9	3,7	10÷11
1,75	5,3	4,3	8,5	9,4	0,60	2,6	5,25	1	2,8	3,6	4,8	12
2	6	5	9,7	10,7	0,70	3	6	1	3,2	3,6	4,9	14÷16
2,5	7,5	6,3	11,4	13,3	0,70	3,6	7,5	1,2	3,8	4,3	6,1	18÷22
3	9	7,5	13	16,0	0,85	4,4	9	1,6	4,65	5,2	7,3	24÷27
3,5	10,5	9	14,8	18,6	0,85	5	10,5	1,6	5,25	5,8	8,5	30÷33
4	12	10	16,4	21,2	0,95	5,7	12	2	6,05	6,7	9,7	36÷39
4,5	13,5	11	18,1	23,8	0,95	6,4	13,5	2,5	6,65	7,8	10,9	42÷45
5	15	12,5	19,7	26,4	1,00	7	15	2,5	7,3	7,8	11,1	48÷52
5,5	16,5	14	21,5	29,1	1,10	7,7	17,5	3,2	8	9,3	13,3	56÷60
6	18	15	23,1	31,7	1,10	8,3	18	3,2	8,8	9,3	13,5	64÷68

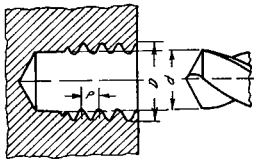
a max corto =2P
a max lungo =4P

d_a min = d
d_a max = 1,05d

° h13 per filettat.>3 mm.

Fori da filettare - Fori passanti per viti

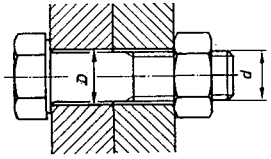
Diametro degli utensili per fori da filettare, filett. metrica ISO da UNI 5699



D nom	Passo grosso P	d nom 4H	d nom (1)	Passo fine P	d nom 4H	d nom (1)
1,6	0,35	*	1,25	-	-	-
1,8	0,35	*	1,45	-	-	-
2	0,4	*	1,6	-	-	-
2,2	0,45		1,75	-	-	-
2,5	0,45		2,05	0,35	*	2,15
3	0,5		2,5	0,35	*	2,65
3,5	0,6		2,9	0,35	*	3,15
4	0,7		3,3	0,5	3,5	
5	0,8		4,2	0,5	4,5	
6	1		5	0,75	5,25	
8	1,25		6,75	1	7	
10	1,5		8,5	1,25	8,75	8,8
12	1,75		10,25	1,25	10,75	10,8
14	2		12	1,5	12,5	
16	2		14	1,5	14,5	
18	2,5		14,5	1,5	16,5	
20	2,5		17,5	1,5	*	18,5
22	2,5	*	19,5	1,5	*	20,5
24	3	*	21	2	*	22
27	3	*	24	2	*	25
30	3,5	*	26,5	2	*	28
33	3,5	*	29,5	2	*	31
36	4	*	32	3	*	33
39	4	*	35	3	*	36
42	4,5	*	37,5	3	*	39
45	4,5	*	40,5	3	*	42
48	5	*	43	3	*	45
52	5	*	47	3	*	49

(1) 5H, 6H, 7H, 8H.
d = valore arrotondato al diam. nominale più prossimo degli utensili normalizzati.
** diam. da determinare di volta in volta in relazione alle condizioni di lavorazione.*

Fori passanti per viti (per applic. spec. selezionare in base alle esigenze) - UNI EN 20373



d	D serie (2) fine H12	med. H13	gros. H14	d	D serie (2) fin. H12	med. H13	gro. H14
1	1,1	1,2	1,3	33	34	36	38
1,2	1,3	1,4	1,5	36	37	39	42
1,4	1,5	1,6	1,8	39	40	42	45
1,6	1,7	1,8	2,0	42	43	45	48
1,8	2,0	2,1	2,3	45	46	48	52
2	2,2	2,4	2,6	48	50	52	56
2,2	-	-	-	52	54	56	62
2,5	2,7	2,9	3,1	56	58	62	66
3	3,2	3,4	3,6	60	62	66	70
3,5	3,7	3,9	4,2	64	66	70	74
4	4,3	4,5	4,8	68	70	74	78
4,5	4,8	5,0	5,3	72	74	78	82
5	5,3	5,5	5,8	76	78	82	86
6	6,4	6,6	7,0	80	82	86	91
7	7,4	7,6	8,0	85	87	91	96
8	8,4	9,0	10	90	93	96	101
10	10,5	11	12	95	98	101	107
12	13	13,5	14,5	100	104	107	112
14	15	15,5	16,5	105	109	112	117
16	17	17,5	18,5	110	114	117	122
18	19	20	21	115	119	122	127
20	21	22	24	120	124	127	132
22	23	24	26	125	129	132	137
24	25	26	28	130	134	137	144
27	28	30	32	140	144	147	155
30	31	33	35	150	155	158	165

(2) Tolleranze date a titolo informativo.
Serie fine (H12) per meccanica di precisione. Serie media (H13) per costruzioni meccaniche generiche. Serie grossolana (H14) fori di fusione o comunque grezzi. Per esigenze particolari, le tolleranze possono variare.

Elementi di fissaggio in acciaio inossidabile

Viti, ribattini, rivetti, bulloni ecc. Nella giunzione di parti di acciaio inossidabile, usare elementi di fissaggio di acciaio inossidabile: dello stesso tipo del particolare, di qualità più elevata o di lega di qualità più elevata dei particolari da unire.

Elementi di fissaggio e tecniche produttive

Tipo di produzione	Stampaggio a caldo a freddo e rullatura		Tornitura
Viti autofilettanti e viti a metallo	X12 Cr 13 (M) X5 CrNi 1810 (A) •X5 CrNiMo 1712 (A)	X8 Cr 17 (F) X8 CrNi 1812 (A) •X5 CrNiMo 1713 (A)	X12 CrS 13 (M) X10 CrS 17 (F) X10 CrNiS 1809 (A)
Dadi	X8 Cr 17 (F) X8 CrNi 1812 (A) •X5 CrNiMo 1713 (A)	X5 CrNi 1810 (A) •X5 CrNiMo 1712 (A)	X12 CrS 13 (M) X10 CrS 17 (F) X10 CrNiS 1809 (A)
Viti a legno	X8 Cr 17 (F) X8 CrNi 1812 (A) •X5 CrNiMo 1713 (A)	X5 CrNi 1810 (A) X5 CrNiMo 1712 (A)	X10 CrS 17 (F) X10 CrNiS 1809 (A)
Viti a metallo, medie grosse dimensioni	X5 CrNi 1910 (A) X5 CrNiMo 1713 (A)	(stampaggio a caldo rullatura)	-
Viti e dadi per applic. a elevata temperatura	X16 CrNi 2314 (A)	X22 CrNi 2520 (A)	-

• Particolarmente adatto per impieghi industria chimica, acque e atmosfere marine.
(F) Acc. inox ferritici - Elementi di fissaggio più resistenti alla corrosione. (M) Acc. inox martensitici - Elementi di fissaggio di durezza elevata. (A) Acc. inox austenitici - Elementi di fissaggio di alta resist. alla corros. Per unire particolari di acciaio inossidabile e particolari di metalli meno nobili, interporre una guarnizione di materiale inerte tra i due particolari e l'elemento di fissaggio in acc. inox e il metallo meno nobile se esistono possibilità di corros. galvanica.

Dati di compatibilità tra viti ed elementi di base del giunto immersi in acqua marina

Metallo base	Viti e bulloni: Allumi-nio (1)	Acciaio al C	Bronzo al Si	Nichel	Leghe Ni-Cr	X5CrNi 1810	Lega Ni-Cu	X5CrNi Mo1712
Alluminio	SI	SI(2)	NO	SI	SI	SI	SI(2)	SI
Acciaio e ghisa	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ghisa austenitica al Ni	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI.
Rame	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cupro-nichel	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Nichel	NO	NO	NO	SI	SI(3)	SI	SI	SI(3)
Acc. inox X5 CrNi 1810	NO	NO	NO	NO	SI(3)	SI	SI	SI(3)
Lega Ni-Cu	NO	NO	NO	NO	VAR(3)	SI	Si	VAR(3)
Acc. inox X5 CrNiMo 1712	NO	NO	NO	NO	VAR(3)	VAR(3)	VAR(3)	SI(3)

SI = Viti e bulloni risultano protetti. NO = Viti e bulloni subiscono corrosione preferenziale. VAR = Variabile. (1) Materiale non anodizzato, il trattamento modifica il comportamento di viti e bulloni. (2) Le viti sono galvanicamente compatibili e risultano protette ma si può giungere ad un ingrandimento del foro. (3) Può subire corrosione interstiziale sotto la testa o sotto il dado.
Nota - Le giunzioni si intendono dirette, senza inserzione di guarnizioni isolanti tra vite e elemento.
I dati suesposti sono desunti dal volume: G. Di Caprio - Gli acciai inossidabili - Hoepli, Milano, per gentile concessione dell'Autore.

Bulloneria di acciaio inossidabile - Prescrizioni tecniche

(Rif. UNI 7323/8) Caratteristiche della bulloneria di acciaio inox austenitico, ferritico e martensitico resistenti alla corrosione, all'attacco dei prodotti chimici ed in particolare degli elementi ossidanti. Il suo tenore di Cr é almeno del 10%. Applicabile alla bulloneria di categoria A (viti, prigion., tiranti e dadi), Ø 1,6 a 39 (acc. aust. e martens.), 1,6 a 24 (acc. ferrit.) filett. metrica, qual. media a passo grosso e toll. 6H/6g, dadi con s non < di 1,45 volte il Ø nom., lungh. filettatura in presa non > di 6d.

Gruppo		Austenitico					Ferritico		Martensitico		
Designazione	Qualità	A1	A2	A3	A4	A5	F1	F2	C1	C4	C3
	Classe di resist. *		50	70	80		45	60	50	70	80

* Resistenza: 45 e 50 (addolcito) bassa; 60 e 70 media; 80 alta.

Acciai inox prescritti

Denom	Acciai inossidabili UNI 6900	Qual.
A Aust.	X10CrNiS1809	A1
	X2CrNi1811,X5CrNi1810,X8CrNi1812	A2
	X6CrNiTi1811,X6CrNiNb1811 . . .	A3
	X2CrNiMo1712,X5CrNiMo1712 . . .	A4
	X6CrNiMoTi1712,X6CrNiMoNb1712 .	A5
F Ferr.	X8Cr17	F1
	X10CrS17	F2
C Mart.	X12Cr13	C1
	X16CrNi16	C3
	X12CrS13	C4

Caratt. mecc. gruppo austenitici

Classe di resistenza	Filettatura	Viti Rm° min N/mm²	Viti Rp0,2 min N/mm²	Viti AL•	Dadi Carico Sp N/mm²
50	=M39	500	210	0,6d	500
70	=M20	700	450	0,4d	700
80	=M20	800	600	0,3d	800

° Calcolati in funz. della sez. resistente Sr. • determinato sulla lungh. della vite e non su provetta, lungh. di controllo = 5d.

Resist. a tors. Tm del gr. aust. filett. ≤M5

Filett.	Classe di res. 50 Tm (N·m) min	70	80
M 1,6	0,15	0,2	0,27
M 2	0,3	0,4	0,56
M 2,5	0,6	0,9	1,2
M 3	1,1	1,6	2,1
M 4	2,7	3,8	4,9
M 5	5,5	7,8	10

Caratt. meccan. dei gruppi ferritico e martensitico

Qualità	Classe resist.	Viti Rm° min	Viti Rp0,2 N/mm²	AL ° min	Dadi Sp N/mm²	Viti e dadi HV min	HV max	HB min	HB max	HRC min	HRC max
F1,F2	45	450	250	0,2d	450	-	-	-	-	-	-
	60	600	410		600	-	-	-	-	-	-
C1	50	500	250		500	-	-	-	-	-	-
	70	700	410		700	220	330	209	314	20	34
C3	80	800	640		800	240	340	229	323	21	35
C4	50	500	250		450	-	-	-	-	-	-
	70	700	410		600	220	330	209	314	20	34

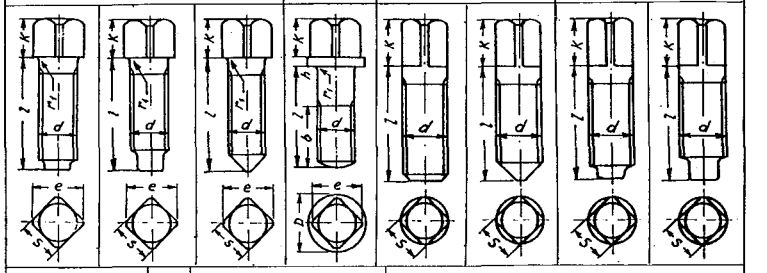
Corrisp. designaz. UNI / ISO — Corrispondenza informativa fra gli acciai UNI 6900 e altre norme

UNI Qu.	UNI Cl.r.	ISO Qu.	ISO Cl.r.	UNI 6900	ISO 683/XIII	ISO 4954	Acciai AISI
A1				X10CrNiS1809	17		303-303Se
A2	50	A1	50	X2CrNi1811,X5CrNi1810,X8CrNi1812	11-10-13	D21-D22-D23	304L-304-305
A3	70	A2	70	X6CrNiTi1811,X6CrNiNb1811 . . .	15-16	D26-D27	321-347
A4	80	A4	80	X2CrNiMo1712,X5CrNiMo1712 . . .	19-20a	D28-D29	316L-316
A5				X6CrNiMoTi1712,X6CrNiMoNb1712 .	21-23	D30-D31	316TI-316Nb
F1	45	F1	45	X8Cr17	8	D1	430
F2	60		60	X10CrS17	8a	–	430F
C1	50	C1	50	X12Cr13	3	D10	410
C4	70	C4	70	X16CrNi16	9b	D12	431
C3	80	C3	80	X12CrS13	7	–	416

Es. des. caratt. bullone acc. ferrit. X8 Cr 17, Rm 600 N/mm² : F1-60

Viti a testa quadra, filett. metrica ISO - Categ. A -

testa ridotta			con bord.	testa ridottissima		
estremità UNI 947				Estremità UNI 947		
corta A°	lunga B°	con. C°	bombata	smuss. A	con. B*	corta A° / lunga B°
UNI 6050			UNI 6051	UNI 6052		UNI 6053



d pas. gr.M	d passo fine M	r_1	UNI 6050 e min	k	s	l	b l≤125	b l>125	UNI 6051 D	e min	h	k	s	l
5	-	0,2	6,5	5	5	10÷40	16	-	9	6,5	2	7	5	10÷30
6	-	0,5	8	6	6	16÷55	18	-	11	8	2	8	6	12÷40
7•	-	0,5	9	7	7	16÷60	20	-	12	9	2	9	7	14÷45
8	8x1	0,5	10	8	8	16÷60	22	-	13	10	2	10	8	16÷50
10	10x1,25	0,5	13	10	10	20÷70	26	-	16	13	3	13	10	20÷70
12	12x1,25	0,5	17	12	13	30÷90	30	-	19	16	3	15	12	25÷90
14•	14x1,5•	0,5	22	14	17	30÷110	34	-	21	18	4	18	14	30÷120
16	16x1,5	1	22	16	17	30÷120	38	-	25	22	4	20	17	30÷120
18•	18x1,5•	1	25	18	19	45÷140	42	48	28	25	5	23	19	35÷150
20	20x1,5	1	28	20	22	45÷150	46	52	32	28	5	25	22	40÷160
22•	22x1,5•	-	-	-	-	-	50	56	32	28	5	25	22	40÷170
24	24x2	-	-	-	-	-	54	60	36	32	6	28	24	45÷190

d pas. gr.M	d passo fine	d_1	UNI 6052 k	s nom	s tol	l	UNI 6053 k	s nom	s tol	l
4	-	4	-	-	-	-	4	3		8÷14
4,5•	-	4,5	-	-	-	-	4,5	3,5		8÷16
5	-	5	-	-	-	-	5	4		10÷20
6	-	6	6	5		6÷14	6	5	h12	12÷25
7•	-	7	7	5,5	h12	7÷16	7	5,5		16÷30
8	8x1	8	8	6		8÷20	8	6		16÷35
10	10x1,25	10	10	8		9÷25	10	8		20÷45
12	12x1,25	12	12	9		10÷25	12	9		20÷60
14•	14x1,5•	14	14	11		12÷30	14	11		25÷70
16	16x1,5	16	18	12		14÷40	16	12		30÷80
18•	18x1,5•	18	18	14	h13	16÷45	18	14	h13	30÷80
20	20x1,5	20	20	17		20÷50	20	17		35÷90
22•	22x1,5•	22	20	17		20÷50	20	17		40÷110
24	24x2	24	22	19		20÷50	22	19		45÷130

Serie lungh. l = (UNI 6050): 10-12-14-16-20•-25÷90 (5 in 5) - 100÷150 (10in10) (UNI 6051): 10-11•-12-14-16-18•20-22•25-28•-30- 32•-35- 38•-40÷90 (5 in 5) - 100÷190 (10in10) (UNI 6052-6053): 6-7•-8-9•-10-11• 12-14-16-18•-20-22•25-28•-30-32• 35÷95 (5 in 5) - 100-110-120-130.

Mater. acc. classe 8.8 UNI 3740/3
Toll. filett. 6g secondo UNI 5545
• usare per eccez.-Estremità viti (UNI 947) * tempr. ° possono essere tempr.-a, x secondo UNI 1709

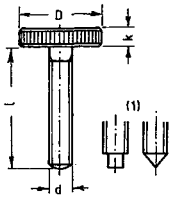
Es. des. viti d=20, l=45 p. gros.
t. rid. A: Vite UNI 6050 A M20x45
bord.: Vite UNI 6051 M20x45.
a testa ridottissima tipo B:
Vite UNI 6052 B M20x45.

Viti per impieghi particolari fil. metrica ISO

Viti a testa zigrinata UNI 6048
Es. designazione: Vite UNI 6048 B-5x16-5.8

d	M1,6	M 2	M2,5	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
p.f.	-	-	-	-	-	-	-	1	1,25	1,25
D	8	9	11	12	16	20	24	30	36	43
k	2	2,5	2,5	3	3,5	4	5	6,5	8	9,5
z	0,5	0,8	0,8	0,8	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
l	3÷10	4÷14	5÷16	6÷20	8÷25	10÷30	12÷30	16÷40	20÷50	25÷60

Serie l=3-4-5-6-8÷20(di 2 in 2)-25÷60(di 5 in 5).

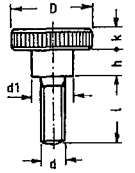


Tipo A (2) B (3) C (4)

Viti a testa zigrinata con colletto UNI 6049

p.f.	-	-	-	-	-	-	-	1	1,25	-
D	8	9	11	12	16	20	24	30	36	-
k	2	2,5	2,5	3	3,5	4	5	6,5	8	-
d_1	3,5	4,5	5	6	8	10	12	16	20	-
h	4,5	5,5	7	8	10	12,5	16	20	25	-
l	3÷10	4÷14	5÷16	6÷20	8÷25	10÷30	12÷30	16÷40	20÷50	-

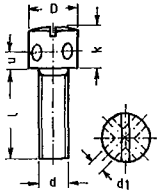
Serie l=3-4-5-6-8-10-12-14-16-20-25÷45(di 5 in 5).



Viti a testa cilindrica forata UNI 6111
Es. designazione: Vite UNI 6111 3x25-8.8

p.f.	-	-	-	-	-	-	-	1	1,25	-
D	3,5	4	5	5,5	7	9	10	13	16	-
k	2,5	3	3,6	4	5	6,5	8	10	12,5	-
d_1=u	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5	-
l	3÷14	3÷18	4÷25	4÷30	5÷40	6÷50	8÷60	10÷70	12÷70	-

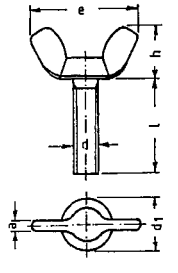
Serie l=3-4-5-8÷20(di 2 in 2)-25÷60(di 5 in 5)-70.



Viti ad alette UNI 5449
Es. designazione: Vite UNI 5449 6x30-4.8

d	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14*	M 16
p.f.	(a richiesta)			-	1	1,25	1,25	1,25	1,5
d_1	8	8	10,3	12,7	13,8	16,5	22,5	26,6	26,6
e(5)	17,6	17,6	22,5	27,5	30,3	36,2	49,4	58,3	58,3
a	1,6	1,8	2,1	2,5	2,8	3,3	4,5	5,2	5,2
h	8,6	8,6	11	13,6	14,8	17,7	24,1	28,5	28,5
m	3,2	3,2	4,1	5,1	5,6	6,8	9	10,7	10,7
l	10÷25	10÷25	10÷35	10÷40	15÷60	15÷60	20÷60	25÷70	30÷80

Serie l= 10 ÷ 80 (di 5 in 5).



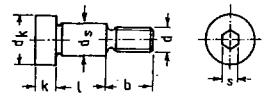
Prescrizioni tecniche

UNI	Cat.	Acciaio	Acc. inox	non ferroso	Toll.fil.	Rivestim.
6048-49	A	8.8	-	-	6g	-
6111	A	4.8-5.8-8.8	a richiesta	a richiesta	6g	a rich.
5449	C	4.8	X2CrNi 1811	a richiesta	8g	a rich.

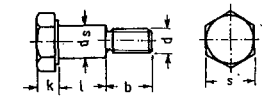
(1) Estremità UNI 947. (2) bombata. (3) cil. lunga, tempr. a richiesta. (4) conica temprata. (5) Si possono chiedere viti con testa pesante(di grandezza immediatamente superiore),aggiungere alla designazione: Pesante. * Usare solo per eccezione.

Viti speciali filettatura metrica ISO

-Viti di spallamento-



e.d.:Vite UNI-ISO 7379-8x25

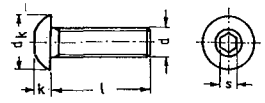


e.d.: Vite UNI 9210-8x20

Quote comuni					UNI-ISO 7379		UNI 9210	
d M	d_s nom	b nom	d_k max	l nom	k max	s nom	k nom	s mx
5	6,5	9,5	10	10÷40	4,5	3	4	10
6	8	11	13	12÷50	5,5	4	5,3	13
8	10	13	16	16÷120	7	5	6,4	16
10	13	16	18	16÷120	9	6	7,5	18
12	16	18	24	30÷120	11	8	10	24
16	20	22	30	40÷120	14	10	12,5	30
20	25	27	36	50÷120	16	12	15	36

Serie l = 10-12-16-20-25-30-40-50-60-70-80-90-100-120.

- Viti con testa a bottone e cava esagonale



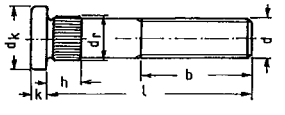
esempio designazione
Vite UNI-ISO 7380-10x30

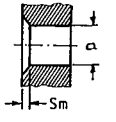
d M	d_k max	k max	s nom	l nom
3	5,7	1,65	2	6÷12
4	7,6	2,2	2,5	8÷16
5	9,5	2,75	3	10÷30
6	10,5	3,3	4	10÷30
8	14	4,4	5	10÷40
10	17,5	5,5	6	16÷40
12	21	6,6	8	16÷50
16	28	8,8	10	20÷50

Serie l = 6 -8 -10-12-16-20-25-30-35-40-45-50.

Caratt. UNI-ISO 7379,7380,9210	Cl. res. acc. 12.9 UNI 3740/3
Toll. Cat. A UNI-ISO 4759/1	Superf. ossid. nera (term. o chim.)

-Viti a testa cilindr. con collarino scanalato per accoppiam.stabile-





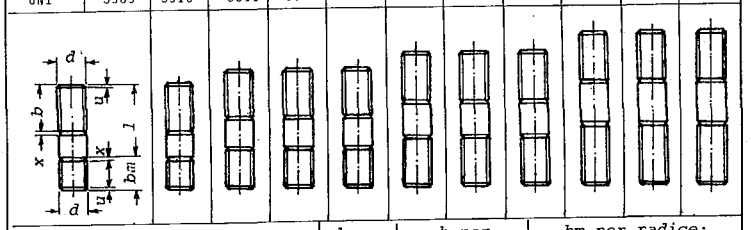
Esempio design. Vite M8 (passo grosso) l = 30: Vite UNI 8954-M 8x30 - 10.9

d passo gr.e fine b13	d_k h13 max	k h14 max	d_r h12 max	h js14 max	fil.compl. l nom	fil.compl. b= l-	fil.parz. l nom	fil.parz. b	Sm	D H10 max
M6	11	3	6,55	5,15	16÷30	8,5	35 60	18	1	6,368
M8	13,5	3,5	8,74	6,68	20÷35	11	40 65	22	1	8,478
M10x1,25	16	4	10,92	8,18	25÷40	12,5	45 70	26	1,5	10,59
M12x1,25	18,5	5	13,10	9,68	30÷45	14	50 75	30	1,5	12,69
M14x1,5	21	6	15,29	11,215	35÷50	16	55 75	34	1,5	14,80
M16x1,5	24	6,5	17,47	13,215	40÷55	18	60 85	38	2	16,90
M18x1,5	26,5	7,5	19,65	14,715	45÷60	19,5	65 90	42	2	19,014
M20x1,5	29	8	21,84	16,215	50÷65	21	70 95	46	2	21,124

Serie l = 16-20÷95 (di 5 in 5)	Classe res. acc. 12.9 UNI 3740/3
Toll. Cat. A UNI+ISO 4759/1	Superf. ossid. nera (term. o chim.)

Viti prigioniere filett. metr. ISO - Categoria A (*)

radice corta bm = d			media bm = 1,5d			lunga bm = 2d			extra lun. bm= 2,5d		
filettatura metrica ISO a passo:											
gambo: / radice:	grosso	fine	grosso	fine	fine / grosso	grosso	fine	fine / grosso	grosso	fine	fine / gros.
d	3÷24	8÷24	3÷24	10÷24	8÷20	3÷24	10÷24	8÷20	3÷24	10÷24	8÷20
UNI	5909	5910	5911	5912	5913	5914	5915	5916	5917	5918	5919



Filettatura d: passo grosso	passo fine	gambo passo fine	radice passo grosso	lunghezze l	b per l ≤ 125	b per l >125 ÷200	b per l > 200	bm per radice: corta	media	lunga	extra lunga
M3	-	-	-	10÷30	12	-	-	3	4,5	6	8
M4	-	-	-	10÷40	14	-	-	4	6	8	10
M5	-	-	-	12÷50	16	-	-	5	7	10	13
M6	-	-	-	14÷70	18	-	-	6	9	12	15
M7°	-	-	-	16÷70	20	-	-	7	10	14	18
M8	8x1	8x1	8	16÷100	22	-	-	8	12	16	20
M10	10x1,25	10x1,25	10	18÷120	26	-	-	10	15	20	25
M12	12x1,25	12x1,25	12	22÷160	30	36	-	12	18	24	32
M14•	14x1,5•	14x1,5•	14•	25÷160	34	40	-	14	20	28	35
M16	16x1,5	16x1,5	16	28÷170	38	44	-	16	22	32	40
M18•	18x1,5•	18x1,5•	18•	30÷180	42	48	-	18	25	36	45
M20	20x1,5	20x1,5	20	35÷200	46	52	-	20	28	40	50
M22•	22x1,5•	-	-	45÷200	50	56	-	22	30	44	55
M24	24x2	-	-	45÷200	54	60	73	24	32	48	60

Serie lunghezze l = 10-12-14-16-18•-20-22•-25-28•-30-32•-35-38•-40÷90 (5 in 5)-95•-100-105•-110-115•-120-125•-130÷200 (10 in 10).

Caratteristiche e norme di riferimento (categ. A UNI-ISO 4759/1)

materiale	acciaio	acciaio inox
toll. filett. lato radice	2m UNI 7324	
toll. filett. lato dado	6g UNI 5542	
Classe di resistenza	5.8-8.8-10.9-12.9 da UNI-EN 20898	tutte le classi e materiali da UNI 7323/8
Finitura superficiale	come da lavorazione o ossidate nere	
Rivestim. protettivi	(se richiesti) secondo UNI 3740/6 (1)	

(*) Per accopp. stabili su madrevite di materiale ferroso, toll. Ø medio 3H UNI 7324. • usare solo per eccezione. x secondo UNI 5709 u secondo UNI 947. (1) altre finiture, rivestimenti o trattamenti superficiali possono essere concordati col fornitore.
Esempi di designazione, A radice corta, M10, l = 50, classe 8.8: Prigioniero UNI 5909-M10x50-8.8. Con rivestimento zinco 8 µm, conversione cromati giallo iridesc.: Prigioniero UNI 5909 - M10x50-8.8 Fe/Zn 8c 20. A radice lunga M10 x 1,25 (gambo), M10 (radice), l =50 classe 10.9: Prigioniero UNI 5916 M10x1,25/M10x50 - 10.9.

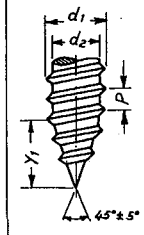
Viti autofilettanti, estremità: a punta (tipo AB), piana (tipo B)

diametro nominale	d	2,2	2,9	3,5	3,9°	4,2	4,8	5,5°	6,3	8,0°
	s max	-	5	5,5	7	7	8	8	10	13
	e min	-	5,45	6,01	7,66	7,66	8,87	8,87	11,05	14,38
	k max	-	1,87	2,67	2,67	3,17	3,42	4,45	5,25	6,25
	l*	-	4,5	4,5	-	6,5	6,5	9,5	9,5	13
	UNI 6949 - testa esagonale									
	l	-	6,5-9,5	6,5-19	6,5-19	9,5-32	9,5-32	13-50	13-50	16-50
	UNI 6950 - testa esag. bordino sottotesta									
	l	-	6,5-9,5	6,5-19	6,5-19	9,5-32	9,5-32	13-50	13-50	16-50
	b max	-	0,5	0,54	0,8	0,78	0,78	0,99	1,33	1,5
	D max	-	6,5	7,21	9,18	9,73	10,61	11,08	13,86	17
	l*	-	-	4,5	-	6,5	6,5	9,5	9,5	-
	l	4,5-9,5	4,5-25	6,5-25	6,5-38	9,5-38	9,5-50	13-50	13-50	-
	UNI 6951 - testa cilindrica con intaglio									
	D max	4,20	5,60	6,90	7,50	8,20	9,50	10,8	12,5	-
	k max	1,35	1,75	2,10	2,25	2,45	2,30	3,20	3,65	-
	UNI 6954 - testa con calotta impronta a croce (1)									
	D max	4,2	5,6	6,9	7,5	8,2	9,5	10,8	12,5	-
	k max	1,8	2,2	2,6	2,8	3,05	3,55	3,95	4,55	-
	impr.	2	4	6	7	8	10	12	14	
	l*	4,5	4,5	6,5	-	-	9,5	13	13	-
	l	6,5-9,5	6,5-25	9,5-38	9,5-38	9,5-45	13-50	16-50	16-50	-
	UNI 6952 - testa svasata con intaglio									
	D max	4,30	5,50	6,80	7,50	8,10	9,50	10,8	10,4	-
	k ~	1,3	1,7	2,11	2,31	2,54	2,95	3,35	3,89	-
	UNI 6955 - testa svasata impronta a croce (1)									
	D max	4,30	5,50	6,80	7,50	8,10	9,50	10,8	12,4	-
	k ~	1,3	1,7	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,9	-
	impr.	2	4	6	7	8	10	12	14	-
	UNI 6953 - testa svasata calotta e intaglio									
	UNI 6956 - testa svas. calotta impronta a croce (1)									
	D max	4,30	5,50	6,80	7,50	8,10	9,50	10,8	12,4	-
	k ~	1,3	1,7	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,8	-
	f ~	0,7	0,9	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	
	l	6,5-9,5	6,5-25	9,5-38	9,5-38	9,5-45	13-50	13-50	13-50	-
	l*	4,5	4,5	6,5	-	-	9,5	-	-	-
	mpr.	2	4	6	7	8	10	12	14	-

l = lunghezza viti AB (a punta) e B (piana) vedi UNI 6947.
l* = lunghezza viti unicamente di tipo B.
° usare per eccezione.
(1) Impronta a croce tipo Pz oppure tipo Ph.
Serie l = 4,5-6,5-9,5-13-16-19-22 25-32-38-45-50.
Materiale: acciaio da cementazione per stampaggio a freddo, ovvero altro materiale a richiesta.
Esempio designazione vite testa svasata con calotta, impronta Pz, tipo AB, d = 4,2, l = 22 mm: Vite UNI 6956-4,2x22 AB-Pz.

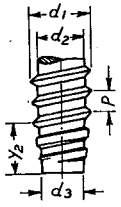
segue

segue: Viti autofilettanti - Estremità UNI 6947



Tipo AB (a punta)

Ø nom.		2,2	2,9	3,5	3,9°	4,2	4,8	5,5°	6,3	8°
d_1	max	2,24	2,90	3,53	3,91	4,22	4,80	5,46	6,25	8,00
	min	2,1	2,76	3,35	3,73	4,04	4,62	5,28	6,03	7,78
d_2	max	1,63	2,18	2,64	2,92	3,10	3,58	4,17	4,88	6,20
	min	1,53	2,08	2,54	2,82	2,98	3,46	4,05	4,76	6,05
d_3	max	1,5	2	2,4	2,7	2,9	3,3	3,9	4,5	5,8
	min	1,36	1,86	2,26	2,56	2,76	3,12	3,72	4,32	5,62
P		0,79	1,06	1,27	1,34	1,41	1,59	1,81	1,81	2,12
filxpol		32	24	20	19	18	16	14	14	12
y_1		2	2,6	3,2	3,5	3,7	4,3	5	6	7,5
y_2		1,6	2,1	2,5	2,7	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2
Simb.ISO		2	4	6	7	8	10	12	14	16



Tipo B (piana)

Viti autofilettanti - Diametro fori di preparazione UNI 6946

Ø nom di filet.	spess. materiale oltre	spess. materiale fino a	Ø * foro per laminati di acciaio acc. inox (1)	Ø * foro per laminati di acciaio ottone (2)	Ø * foro per laminati di lega di alluminio (1)	Ø * foro per laminati di lega di alluminio (2)
2,2	–	0,5	–	1,6	–	–
	0,5	0,6	–	1,7	–	1,65
	0,6	0,8	–	1,8	–	1,65
	0,8	0,9	–	1,9	–	1,65
	0,9	1,2	–	1,9	–	1,7
	1,2	1,5	–	1,95	–	1,8
2,9	–	0,5	2,2	2,2	–	–
	0,5	0,6	2,5	2,3	2,2	–
	0,6	0,9	2,5	2,4	2,2	2,2
	0,9	1,2	–	2,45	2,2	2,2
	1,2	1,5	–	2,55	–	2,3
	1,5	1,9	–	2,6	–	2,3
	1,9	2,7	–	–	–	2,4
3,5	–	0,5	2,85	2,65	–	–
	0,5	0,6	2,85	2,7	2,85	–
	0,6	0,8	2,85	2,7	2,85	2,65
	0,8	0,9	2,85	2,8	2,85	2,65
	0,9	1,2	–	2,85	2,85	2,65
	1,2	1,5	–	2,95	–	2,7
	1,5	1,9	–	3,1	–	2,8
	1,9	2,7	–	3,25	–	2,85
	2,7	6,3	–	–	–	3,1

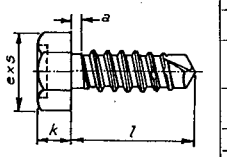
Ø nom di filet.	spess. materiale oltre	spess. materiale fino a	Ø * foro per laminati di acciaio ac. inox (1)	Ø * foro per laminati di acciaio ottone (2)	Ø * foro per laminati di lega di alluminio (1)	Ø * foro per laminati di lega di alluminio (2)
3,9	–	0,5	3,1	2,95	–	–
	0,5	0,6	3,1	2,95	3,1	–
	0,6	0,9	3,1	2,95	3,1	2,9
	0,9	1,2	3,1	3,1	3,1	2,95
	1,2	1,5	–	3,25	–	3,1
	1,5	1,9	–	3,5	–	3,25
	1,9	2,7	–	3,6	–	3,5
	2,7	6,3	–	–	–	3,6
4,2	–	0,5	3,5	–	–	–
	0,5	0,6	3,5	3,2	3,5	–
	0,6	0,8	3,5	3,2	3,5	2,95
	0,8	0,9	3,5	3,2	3,5	3,1
	0,9	1,2	3,5	3,25	3,5	3,25
	1,2	1,5	–	3,5	–	3,5
	1,5	1,9	–	3,6	–	3,6
	1,9	3,2	–	3,8	–	3,75
	3,2	3,4	–	3,9	–	3,8
	3,4	9,5	–	–	–	3,9
4,8	–	0,6	4	3,7	4	–
	0,6	0,8	4	3,7	4	–
	0,8	0,9	4	3,75	4	3,7
	0,9	1,2	4	3,9	4	3,7

Ø nom di filet.	spess. materiale oltre	spess. materiale fino a	Ø * foro per laminati di acciaio ac.inox (1)	Ø * foro per laminati di acciaio ottone (2)	Ø * foro per laminati di lega alluminio (1)	Ø * foro per laminati di lega alluminio (2)
4,8	1,2	1,9	–	4	3,75	
	1,9	2,7	–	4,1	3,75	
	2,7	3,4	–	4,3	3,8	
	3,4	4,2	–	4,4	3,9	
	4,2	9,5	–	–	4,1	
5,5	–	0,9	4,7	4,2	–	
	0,9	1,2	4,7	4,3	4,1	
	1,2	1,5	–	4,5	4,25	
	1,5	1,9	–	4,7	4,4	
	1,9	2,7	–	4,7	4,6	
	2,7	3,4	–	5	4,7	
	3,4	4,2	–	5,1	4,8	
	4,2	9,5	–	–	5	
6,3	–	1,2	5,3	5	–	
	1,2	1,5	–	5,1	5,1	
	1,5	1,9	–	5,2	5,1	
	1,9	2,7	–	5,3	5,2	
	2,7	3,4	–	5,8	5,3	
	3,4	4,8	–	6	5,4	
	4,8	4,9	–	6	5,6	
	4,9	9,5	–	–	5,8	
	–	–	–	–	–	

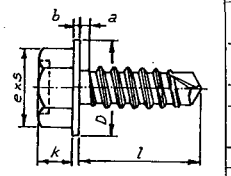
* tolleranza raccom. H12. (1) punzonato. (2) trapanato o tranciato.

diametro nominale di filettatura			2,2	2,9	3,5	3,9	4,2	4,8	5,5	6,3
Getti di alluminio, magnesio, zinco, ottone e bronzo		Ø foro	2	2,65	3,25	3,65	3,85	4,5	5,1	6
		prof. foro cieco	3	5	6,5	6,5	6,5	6,5	7	8
Materiali plastici	fenolici	Ø foro	2	2,55	3,25	3,45	3,8	4,5	5,1	6
		prof. foro cieco	5	6,5	6,5	6,5	8	8	9,5	9,5
	cellulosici acrilici e stirenici	Ø foro	2	2,4	3,1	3,25	3,7	4,4	4,9	5,6
		prof. foro cieco	5	6,5	6,5	6,5	8	8	9,5	9,5

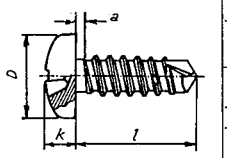
Viti autoperforanti - Grandezza di estremità N° 2 e N° 3



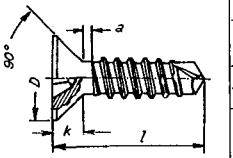
Øfilett.		2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3
UNI 8116 - a testa esagonale							
s	max	5	5,5	7	8	8	10
	min	4,82	5,32	6,78	7,78	7,78	9,78
k	max	1,87	2,67	3,17	3,42	4,45	5,25
	min	1,62	2,42	2,92	3,12	4,15	4,95
e	min	5,45	6,01	7,66	8,87	8,87	11,05
l		9,5	9,5-19	13-32	13-50	16-50	16-50



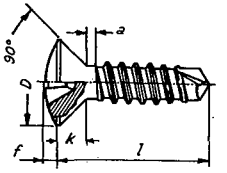
UNI 8117 - a testa esag. con bord.							
s	max	5	5,5	7	8	8	10
	min	4,82	5,32	6,78	7,78	7,78	9,78
k	max	1,87	2,67	3,17	3,42	4,45	5,25
	min	1,62	2,42	2,92	3,12	4,15	4,95
e	min	5,45	6,01	7,66	8,87	8,87	11,05
D	max	6,5	7,21	9,73	10,61	11,08	13,86
	min	6,02	6,61	9,01	9,85	10,20	12,80
b	max	–	–	0,78	0,78	0,99	1,33
l		9,5	9,5-19	13-32	13-32	16-50	16-50



UNI 8118 - a testa bombata							
D	max	5,6	6,9	8,2	9,5	10,8	12,5
	min	5,3	6,54	7,84	9,14	10,37	12,07
k	max	2,2	2,6	3,05	3,55	3,95	4,55
	min	1,95	2,35	2,75	3,25	3,65	4,25
l		9,5-25	9,5-25	13-38	13-50	16-50	16-50
Grandez. impronta		1	2			3	



UNI 8119 - testa svasata piana							
D	max	5,5	6,8	8,1	9,5	10,8	12,4
	min	5,2	6,44	7,44	9,14	10,37	11,97
k	~	1,7	2,1	2,5	3	3,4	3,8
l		13-25	13-38	13-45	13-50	16-50	19-50
Grandez. impronta		1	2			3	

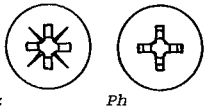


UNI 8120 - testa svas. con calotta							
D	max	5,5	6,8	8,1	9,5	10,8	12,4
	min	5,2	6,44	7,74	9,14	10,37	11,97
k	~	1,7	2,1	2,5	3	3,4	3,8
f	~	0,9	1,2	1,4	1,5	1,7	2
l		13-25	13-38	13-45	13-50	16-50	19-50
Grandez. impronta		1	2			3	

Serie lunghezze l = 9,5-13-16-19-22-25-32-38-45-50.

Esempio designazione vite a testa bombata Ø=4,2, l=22, impr. Pz, estremità grandezza 2: Vite UNI 8118-4,2x22/Pz2

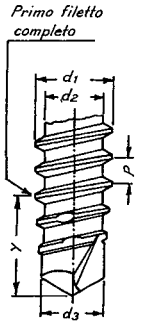
Impronta per viti UNI 8118-8119-8120 Pz oppure Ph



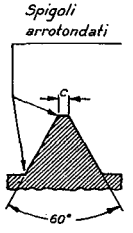
a ≤ P *Pz* *Ph*

segue

segue: Viti autoperforanti - Filettatura, estremità, prescrizioni.



Øfilet.		2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3
d_1	max	2,9	3,53	4,22	4,8	5,46	6,25
	min	2,76	3,35	4,04	4,62	5,28	6,03
d_2	max	2,18	2,64	3,1	3,58	4,17	4,88
	min	2,08	2,54	2,98	3,46	4,05	4,76
c	max	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15
filxpol.		24	20	18	16	14	14
passo		1,06	1,27	1,41	1,59	1,81	1,81
Estremità grandezza N° 2							
d_3	max	2,29	2,8	3,28	3,76	4,32	5,03
	min	2,18	2,67	3,15	3,63	4,19	4,9
y		4,10	4,80	5,40	6,0	7,0	8,10
Estremità grandezza N° 3							
d_3	max	-	2,89	3,45	3,96	4,57	5,79
	min	-	2,79	3,33	3,83	4,44	5,66
y	~	-	5,6	6,4	7,6	9	10

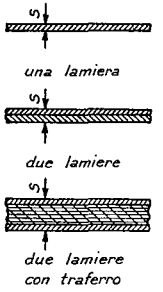


Profilo della filettatura

Esempio designaz. di una filett. estrem. grandezza 2, Ø nom. 4,2 mm :
Filettatura UNI 8115 - 2/4,2

Prescrizioni tecniche (Rif. UNI 7323/7)
Materiale: le viti autoperforanti sono fabbricate unicamente in acciaio da cementazione per stampaggio a freddo.
Grandezze delle estremità e spessori raccomandati di lamiera.

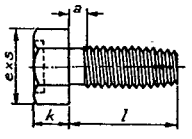
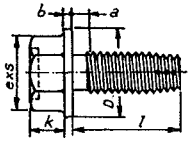
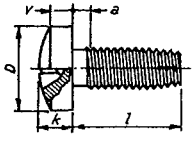
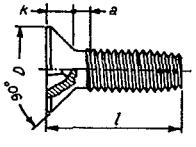
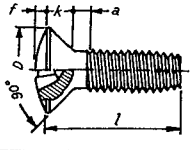
Grandezza estremità N°	Diametro nom. di filettat. mm	Spessore lamiera s max mm
2	2,9	2,0
	3,5	2,3
	4,2	2,5
	4,8	2,8
	5,5	3,6
	6,3	4,4
3	3,5	2,8
	4,2	3,6
	4,8	4,4
	5,5 e 6,3	5,3



Durezza superficiale:
HR 15 - N non minore di 86 ovvero HV 0,3 non minore di 550.
Durezza a cuore: HRC 32÷40 ovvero HV 0,3 315÷390
Resistenza a torsione e profondità di cementazione

Diametro nominale filettat.	Resist. torsione N·m min	Resist. torsione dopo deidrogenazione N·m cadmiate	zincate	Profondità di cementazione min	max
2,9	1,6	1,2	1,3	0,05	0,18
3,5	2,7	2,0	2,3	0,005	0,18
4,2	4,7	4,1	4,6	0,10	0,23
4,8	6,9	5,5	6,2	0,10	0,23
5,5	10,4	8,1	9,6	0,10	0,23
6,3	16,9	12,9	14,9	0,15	0,28

Viti autoformanti

Filettatura	M	2	2,2*	2,5	3	3,5*	4	5	6	8
Passo	P	0,4	0,45	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25
	UNI 8110 - a resta esagonale									
s	max	-	-	-	5	5,55	7	8	10	13
	min	-	-	-	4,82	5,32	6,78	7,78	9,78	12,73
e	min	-	-	-	5,45	6,01	7,66	8,87	11,05	14,38
k	max	-	-	-	1,87	2,67	2,67	3,42	5,25	6,25
l		-	-	-	5÷10	6÷20	8÷35	8÷50	10÷50	10÷50
	UNI 8111 - a testa esagonale con bordino									
s	max	-	-	-	5	5,5	7	8	10	13
e	min	-	-	-	5,45	6,01	7,66	8,87	11,05	14,38
k	max	-	-	-	1,87	2,67	2,67	3,42	5,25	6,25
b	max	-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	1,3	1,4
D	max	-	-	-	6,2	7,5	9,2	10,5	13,2	17,2
l		-	-	-	5÷10	6÷20	8÷35	8÷50	10÷50	10÷50
	UNI 8112 - a testa cil. con calotta e impr. a croce									
D	max	4	4	5	6	7	8	10	12	16
	min	3,82	3,82	4,82	5,82	6,76	7,78	9,78	11,73	15,73
k	max	1,72	1,77	2,12	2,52	2,82	3,25	3,95	4,75	6,15
v	≈	1,10	1,10	1,30	1,60	1,90	2,00	2,50	3,00	3,70
l		4÷16	4÷16	4÷30	5÷30	-	8÷35	8÷50	10÷50	10÷50
Impr.		1				2			3	4
	UNI 8113 - a testa svas. piana e impr. a croce									
D	max	3,80	4,30	4,70	5,60	6,50	7,50	9,20	11,00	14,50
	min	3,50	4,00	4,40	5,30	6,14	7,14	8,84	10,57	14,07
f	≈	0,40	0,50	0,60	0,75	0,85	1,00	1,25	1,50	2,00
k	max	1,20	1,30	1,50	1,65	1,93	2,20	2,50	3,00	4,00
l		6÷16	6÷16	6÷20	6÷30	-	10÷40	10÷50	16÷50	16÷50
Impr.		1				2			3	4
	UNI 8114 - a testa svas. con calotta e imp. a croce									
D	max	3,80	4,30	4,70	5,60	6,50	7,50	9,20	11,00	14,50
	min	3,50	4,00	4,40	5,30	6,14	7,14	8,84	10,57	14,07
f	≈	0,40	0,50	0,60	0,75	0,85	1,00	1,25	1,50	2,00
k	max	1,20	1,30	1,50	1,65	1,93	2,20	2,50	3,00	4,00
l		6÷16	6÷16	6÷20	8÷30	-	10÷40	10÷50	14÷50	16÷50
Impr.		1				2			3	4

Serie lungh. l = 4-5-6-8-10-12-14 16-20-25-30-35-40-45-50.
Prescriz. tecniche UNI 7323/6.
Materiale: acciaio da cementazione per stamp. a freddo o altro materiale da concordare. Tolleranze categ. A UNI-ISO 4759/1. Finitura come da lavorazione. Altre finiture, rivestimenti (UNI 3740/6), e trattamenti da concordare.
Profondità di cement. (UNI 7323/6)

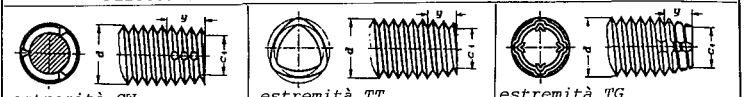
Ø 2 - 2,5	3-3,5	4-5	6-8
max 0,12	0,18	0,25	0,28
min 0,04	0,05	0,10	0,15

** usare solo per eccezione.*
Esempio di designazione, vite a testa cilindrica Ø 5 mm, lungh. = 20 mm, impronta tipo Z, estremità tipo SW:
Vite UNI 8112 - 5x20 - Z/SW
Impronta tipo Z (UNI 7596)
Impronta tipo H (UNI 6957) per le UNI 8112, 8113 e 8114.

Tipo Z *Tipo H*

segue: Viti autoformanti

Filettatura ed estremità delle viti (Rif. UNI 8109)

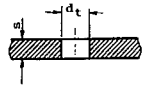


Diametro di filett. M	2*	2,2*	2,5	3	3,5	4	5	6	8
Estremità della vite c_1	1,50	1,60	2,1	2,5	2,9	3,4	4,4	5,2	7,1
lungh. parte conica y	0,90	1,0	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5	4,4

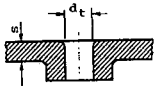
(*) Valide solo per estremità TG.

Diametri dei fori di preparazione (Rif. UNI 8108)

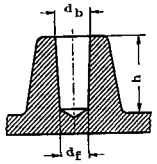
Filettat. della vite M		2	2,2	2,5	3	3,5	4	5	6	8
Spes. del lamin. s	1) trapanati o tranciati su lamin. (toll.H11)									
0,5÷	a	1,78	1,98	2,25	2,70	3,10	3,60	–	–	–
2	b	1,76	1,94	2,20	2,70	3,10	–	–	–	–
2÷	a	1,84	2,02	2,30	2,75	3,20	3,70	4,50	5,40	7,30
3,5	b	1,80	1,98	2,25	2,70	3,10	3,60	4,50	5,40	7,30
3,5÷	a	–	–	2,35	2,80	3,20	3,75	4,60	5,50	7,40
6,8	b	–	–	2,30	2,75	3,20	3,70	4,50	5,40	7,30
6,8÷	a	–	–	–	–	3,25	3,75	4,70	5,60	7,50
9	b	–	–	–	–	3,20	3,70	4,60	5,50	7,40
9÷	a	–	–	–	–	3,30	3,80	4,70	5,70	7,60
13	b	–	–	–	–	3,25	3,75	4,70	5,60	7,50
s	2) punzonati su laminati									
0,5	da	1,77	1,95	2,21	–	–	–	–	–	–
	a	1,79	1,97	2,24	–	–	–	–	–	–
0,8	da	1,78	1,96	2,23	2,70	3,13	3,54	–	–	–
	a	1,81	1,99	2,26	2,74	3,18	3,59	–	–	–
1	da	1,80	1,98	2,25	3,73	3,16	3,57	4,48	5,35	–
	a	1,82	2,00	2,28	2,77	3,21	3,62	4,53	5,41	–
1,6	da	1,82	2,00	2,27	2,76	3,19	3,60	4,51	5,38	7,18
	a	1,84	2,02	2,30	2,80	3,24	3,65	4,56	5,44	7,27
2	da	–	–	–	2,79	3,24	3,63	4,54	5,41	7,22
	a	–	–	–	2,83	3,29	3,68	4,59	5,47	7,30
3	da	–	–	–	–	–	3,68	4,57	5,44	7,25
	a	–	–	–	–	–	3,73	4,62	5,50	7,33
4	da	–	–	–	–	–	–	–	5,48	7,30
	a	–	–	–	–	–	–	–	5,54	7,38
5	da	–	–	–	–	–	–	–	–	7,35
	a	–	–	–	–	–	–	–	–	7,43
6	da	–	–	–	–	–	–	–	–	7,43
	a	–	–	–	–	–	–	–	–	7,51
	su getti di allum. Mg, Zn, ottone e bronzo									
d_b 0		1,90	2,09	2,38	2,88	3,35	3,82	4,80	5,74	7,69
d f-0,08		1,81	2,00	2,27	2,74	3,13	3,64	4,58	5,48	7,35
d_t		1,80	1,98	2,25	2,75	3,20	3,65	4,69	5,50	7,40
h		4,50	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	11,0	13,0	17,0



Trapanati e tranciati



Punzonati su laminati



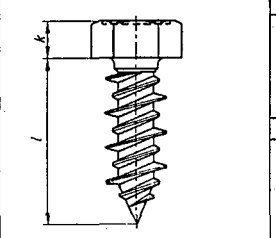
Getti

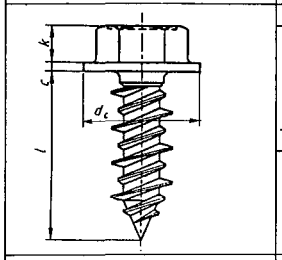
1) Valori di a per laminati di acciaio, acc. inox, ottone, valori di b per alluminio e leghe di alluminio. 2) da...a = valori limite del diametro del foro d_t.

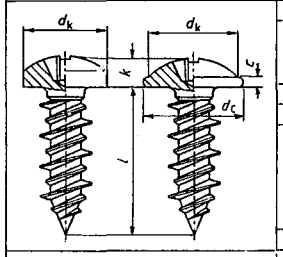
I valori forniti sono i risultati di prove condotte sia da produttori che da utilizzatori, possono quindi essere tenuti in considerazione come valori guida.

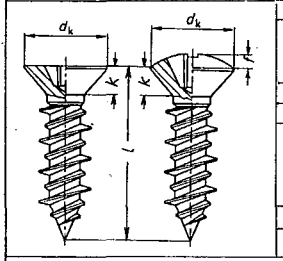
Viti autofilettanti, filett. a due filetti per materiali plastici

Diam. nominale di filett. d	3	3,5	4	4,5*	5	5,5	6	7
dimensioni comuni nelle viti a testa esagonale								
s max	–	5	5,5	7	7	8	8	10
e min	–	5,45	6,01	7,66	7,66	8,87	8,87	9,78
UNI 9704 – Testa esagonale								
k max	–	1,87	2,67	2,67	3,17	3,42	4,45	5,25
l	–	12÷30	14÷35	14÷35	16÷40	16÷45	18÷50	20÷50
UNI 9705 – Testa esagonale con bordino								
k max	–	1,87	2,67	2,67	3,17	3,42	4,45	5,25
c max	–	0,50	0,54	0,54	0,78	0,78	0,99	1,33
dc max	–	6,50	7,21	9,18	9,73	10,61	11,08	13,86
l	–	12÷30	14÷35	14÷35	16÷40	16÷45	18÷50	20÷50
UNI 9706 – Testa esagonale con bordino largo								
k max	–	1,62	2,37	2,37	2,67	3,20	3,42	4,45
c max	–	0,50	0,54	0,54	0,68	0,78	0,78	0,99
dc max	–	8,80	9,80	10,40	12,60	13,60	15,20	16,30
l	–	12÷30	14÷35	14÷35	16÷40	16÷45	18÷50	20÷50
UNI 9707 – Testa bombata e impronta a croce								
dk max	4,90	5,60	6,90	7,50	8,20	9,50	10,80	12,50
k max	2,00	2,20	2,60	2,80	3,05	3,55	3,95	4,55
l	10÷25	12÷30	14÷35	14÷35	16÷40	16÷45	18÷50	20÷50
impr.	1		2				3	
UNI 9708 – Testa bombata, bordino e impr. a croce								
dc max	6,15	6,90	8,15	8,94	9,75	11,38	12,98	14,55
dk	5,45	6,10	7,10	8,05	8,80	10,40	11,70	13,20
k	1,74	1,94	2,20	2,52	2,83	3,30	3,64	4,07
c	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40
l	10÷25	12÷30	14÷35	14÷35	16÷40	16÷45	18÷50	20÷50
impr.	1		2				3	
UNI 9709 – Testa svasata piana impronta a croce								
dk max	4,90	5,50	6,80	7,50	8,10	9,50	10,80	12,40
k	1,5	1,7	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,8
l	12÷25	14÷30	16÷35	16÷35	18÷40	18÷45	20÷50	25÷50
impr.	1		2				3	
UNI 9710 – Testa svasata a calotta e impr. a croce								
dk max	4,90	5,50	6,80	7,50	8,10	9,50	10,80	12,40
k	1,5	1,7	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,8
f	0,6	0,9	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
l	12÷25	14÷30	16÷35	16÷35	18÷40	18÷45	20÷50	25÷50
impr.	1		2				3	
angolo svasaturadella testa 80° + 2°/0								





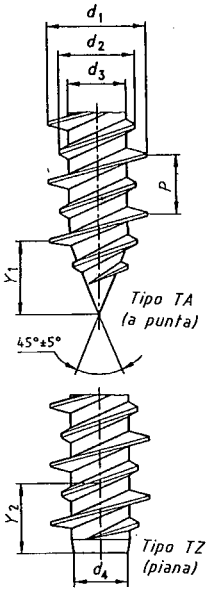




Serie delle lunghezze l: 10-12-14*-16-18*-20-25-30-35-40-45-50.
(*) Possibilmente da evitare.
Superfici come da lavorazione.
Se desiderate con rivestimento protettivo (UNI 3740/6) occorre indicarlo nella designazione.
Esempio design. Vite a testa svasata piana, impronta Pz, tipo TA (a punta), Ø 5, lunghezza l = 20: Vite UNI 9709-Pz-TA 5 x 20.

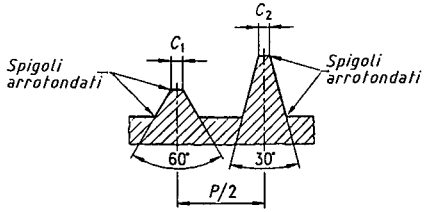
segue

segue: Viti autofilettanti, fil. a 2 filetti per materiali plastici



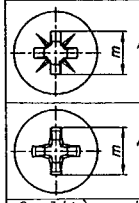
Ø nom.		3	3,5	4	4,5•	5	5,5	6	7
d_1	max	3,15	3,65	4,10	4,65	5,10	5,60	6,10	7,15
	min	2,95	3,35	3,80	4,35	4,80	5,30	5,80	6,85
d_2	max	2,59	2,86	3,29	3,59	2,94	4,44	4,94	5,89
	min	2,39	2,59	2,99	3,29	3,64	4,14	4,64	5,59
d_3	max	1,95	2,15	2,45	2,65	3,00	3,50	3,90	4,85
	min	1,75	1,85	2,15	2,35	2,70	3,20	3,60	4,55
d_4	max	1,90	2,00	2,30	2,50	2,80	3,25	3,65	4,60
	min	1,70	1,80	2,10	2,30	2,60	3,05	3,45	4,35
$c_1=c_2$		0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20
P		2,10	2,50	2,70	2,80	3,00	3,00	3,10	3,50
y_1	max	2,3	2,6	3,0	3,2	3,7	4,3	4,8	5,8
y_2	max	1,9	2,4	2,6	3,0	3,6	3,9	4,0	4,2
Ø fori di preparazione D (UNI 9703) (°)									
D	max	2,30	2,60	2,90	3,30	3,70	4,20	4,70	5,60
	min	2,00	2,20	2,50	2,80	3,10	3,60	4,00	4,90
S (spessore di avvitamento) = 2d min									

Profilo della filettatura a 2 filetti



Prescrizioni tecniche (UNI 7323/12)

Diametro nominale di filett.		3	3,5	4	4,5•	5	5,5	6	7
Profondità di cementaz.	max	0,10	0,18	0,18	0,23	0,23	0,23	0,28	0,28
	min	0,04	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
Resistenza a torsione min hN		10	14,5	21,5	28,5	43,5	65,5	91,5	156
Grand. Impr.		1		2				3	
UNI 9707 m	Pz	2,9	2,9	3,9	4,1	4,3	4,7	6,2	6,7
	Ph	2,7	3,0	4,2	4,4	4,6	5,0	6,5	7,1
UNI 9708 m	Pz	2,6	2,9	3,9	4,1	4,3	4,7	6,2	6,7
	Ph	2,6	3,0	4,2	4,4	4,6	5,0	6,5	7,1
UNI 9709 m	Pz	2,8	3,0	4,2	4,4	4,6	5,0	6,3	7,0
	Ph	2,7	3,0	4,2	4,6	4,7	5,1	6,8	7,1
UNI 9710 m	Pz	2,8	3,1	4,3	4,4	4,6	5,1	6,6	7,1
	Ph	2,7	3,4	4,6	4,7	4,9	5,4	7,0	7,4



Qualità acciai: da cementaz. per stampaggio a freddo (UNI 7356-KB) Tolleranze: quelle prescritte dalle norme dimens. (UNI 9702÷9710). Durezza superficiale: HR 15-N ≥ 83; HV 0,3 ≥ 450. Durezza a cuore HRC 26 e 40; HV 0,3 da 270 a 390. (°) Fori determinati sperimentalmente su plastico poliammidico nylon; Verif. con prove su altri materiali. (•) Possib. da evitare. Campo di applicazione: Avvitamento entro materie plastiche ed affini come strutture fibrose alveolari, compositi, conglomerati legnosi resinizzati, ecc.

Le prescr. tecniche hanno lo scopo di assicurare che le viti formino i filetti, senza deformarsi o rompersi in fase di montaggio.

Viti autoformanti per materiali plastici (serie metrica)

Filettaura		2	2,2*	2,5	3	3,5	4	4,5*	5	5,5	6	7
UNI 10226 - a testa esagonale												
s max		-	3,20	3,20	5,00	5,50	7,00	7,00	8,00	8,00	10,00	10,00
e min		-	3,38	3,38	5,40	5,96	7,59	7,59	8,71	8,71	10,35	10,35
k max		-	1,60	1,60	2,30	2,60	3,00	3,00	3,80	4,10	4,70	4,70
l •		-	4-16	4-20	5-20	5-25	6-60	8-60	10-60	10-60	12-60	14-60
UNI 10229 - a testa esagonale con bordino												
s max		-	3,20	3,20	5,00	5,50	5,50	7,00	8,00	8,00	8,00	10,00
e min		-	3,38	3,38	5,40	5,96	5,96	7,59	8,71	8,71	8,71	10,95
k max		-	1,60	1,60	2,30	2,60	2,60	3,00	3,80	4,10	4,10	4,70
b max		-	0,20	0,20	0,50	0,54	0,54	0,78	0,99	0,99	0,99	1,33
D max		-	4,50	4,50	6,50	7,21	7,21	9,73	10,61	10,61	10,61	13,86
l •		-	4-16	5-20	5-20	6-25	8-60	8-60	10-60	10-60	12-60	14-60
UNI 10227 - a testa cil. con calotta e impr. a croce												
d_k max		3,80	4,00	4,20	5,60	5,80	7,50	8,20	9,50	9,50	10,80	12,50
k max		1,60	1,60	1,80	2,20	2,60	2,80	3,05	3,55	3,55	3,95	4,55
l °		3-16	4-20	5-20	5-25	6-60	6-60	8-60	10-60	10-60	12-60	14-60
Impr.		1				2				3		
UNI 10228 - a testa svas. piana e impr. a croce												
d_k max		4,00	4,00	4,00	5,50	7,30	8,40	8,80	9,30	10,30	11,30	13,30
k max		1,30	1,30	1,30	1,70	2,35	2,60	2,80	3,00	3,40	3,80	4,50
l •		6-16	6-20	6-20	6-25	8-60	8-60	8-60	10-60	10-60	12-60	14-60
Impr.		1				2				3		
UNI 10230 - a testa svas. con calotta e impr. a croce												
d_k max		4,00	4,00	4,00	5,50	6,60	8,00	8,00	9,50	10,00	11,50	11,50
f		0,70	0,70	0,70	0,90	1,20	1,40	1,40	1,50	1,70	2,00	2,00
k max		1,30	1,30	1,30	1,70	2,35	2,60	2,80	3,00	3,40	3,80	4,50
l •		6-16	6-20	6-20	6-25	8-60	8-60	8-60	10-60	10-60	12-60	14-60
Impr.		1				2				3		

Serie lungh. l = 3-4-5-6-8-10-12-14-16-20-25-30-35-40-45-60. Materiale: acciaio, classe resis. 4.8, 5.8, 8.8 (EN 20898/1). acciaio inox, classe resistenza A (UNI 7323/8). Toll. categ. A (UNI-ISO 4759/1). Finitura: come da lavorazione. Altre finiture, rivestimenti (UNI 3740/8) o trattamenti di superficie possono essere concordati. (*) Possibilmente da evitare. Esempio di designazione, Vite a testa cilindrica Ø 5 mm, lunghezza 20 mm, acciaio 8.8, impronta tipo Z:

Vite UNI 10227 - 5x20 - 8.8/Z

Impronta tipo Z (UNI 7596)

Impronta tipo H (UNI 6957) per le viti UNI 10227, 10228, 10230.

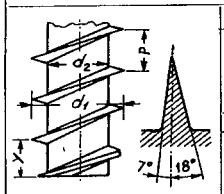
•E' consigliabile una lunghezza di avvitamento di 2,5 d_1 includente la quota y.

Tipo Z *Tipo H*

Per la fabbricaz. di queste viti sono da osserv.i diritti di brevetto

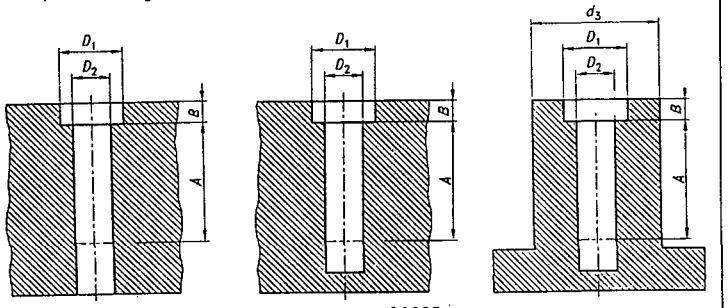
segue: Viti autoformanti per materiali plastici (serie metrica)

Filettatura ed estremità (Rif. UNI 10225)



d_1	2	*2,2	2,5	3	3,5	4	*4,5	5	5,5	6	7
d_1 max	2,00	2,20	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00
d_2 max	1,45	1,50	1,60	1,95	2,10	2,50	2,75	3,00	3,45	3,90	4,80
P	0,82	0,82	1,20	1,35	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	3,00
y	0,82	0,82	1,20	1,35	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	3,00
Limite di resistenza alla torsione N m classe:											
4.8	0,30	0,33	0,40	0,73	0,91	1,54	2,04	2,65	4,03	5,82	10,8
5.8	0,36	0,40	0,48	0,88	1,09	1,92	2,45	3,18	4,84	6,98	13,0
8.8	0,54	0,59	0,72	1,33	1,64	2,89	3,67	4,77	7,25	10,5	19,5

Si forniscono alcuni esempi riguardanti la forma e il relativo proporzionamento delle sedi di avvitamento delle viti autoformanti (serie metrica) per materiali plastici, allo scopo di fornire un orientamento alla progettazione. Le forme e le dimensioni delle sedi possono essere come nelle figure. Tuttavia considerato la varietà dei materiali plastici si consiglia di eseguire delle prove.

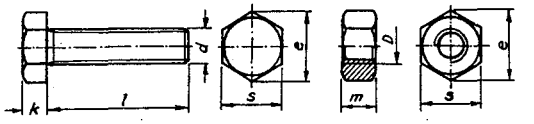


$D_1 = d_1$ = diametro di filettatura UNI 10225.

Materiale Denominazione	Sigla	$D_2 = D_1 x$	$d_3 = D_1 x$	$A = D_1 x$	$B = D_1 x$
Acrilonitrile-butadiene-stirolo	ABS	0,80	2,00	2,00	
Acrilonitrile-stirene-acrilato	ASA	0,78	2,00	2,00	
Poliammide 6	PA6	0,75	1,85	1,70	
Poliammide 30% FV	PA6-30%FV	0,80	2,00	1,90	
Poliammide 6 / 66	PA6,6	0,75	1,85	1,70	
Poliammide 6 / 66-30% FV	PA6,6-30%FV	0,82	2,00	1,80	
Politereftalato di butilene	PBT	0,75	1,85	1,70	
Politereftalato di butilene-30% FV	PBT-30%FV	0,80	1,80	1,70	
Policarbonato	PC	0,85	2,50	2,20	0,3
Policarbonato-30% FV	PC-30%FV	0,85	2,20	2,00	a
Polietilene (tenero)	PE(tenero)	0,75	2,00	2,00	0,5
Polietilene (duro)	PE(duro)	0,75	1,80	1,80	
Politereftalato di etilene	PET	0,75	1,85	1,70	
Politereftalato di etilene+30% FV	PET-30%FV	0,80	1,80	1,70	
Resina acetalica	POM	0,75	1,95	2,00	
Polipropilene	PP	0,75	2,00	2,00	
Polifenilenossido	PPO	0,85	2,50	2,20	
Polistirolo	PS	0,80	2,00	2,00	
Policloruro di vinile (duro)	PVC(duro)	0,80	2,00	2,00	
Stirolo-acrilonitrile	SAN	0,77	2,00	1,90	

(*) Filettature possibilmente da evitare. *(Rif. UNI 10231)*

Viti a testa esagonale e dadi di materie plastiche



serie 1 = 6-8-10-12-16-20-25-30-35 40-45-50- 55- 60.

UNI 9817 *UNI 9818*

d= D	s max	e min	k max	l	m min
M3	5,5	6,01	2,12	6÷30	2,15
M4	7	7,66	2,92	8÷40	2,9
M5	8	8,79	3,65	10÷50	4,4
M6	10	11,05	4,15	16÷60	4,9
M8	13	14,38	5,45	16÷60	6,44
M10	17	18,90	6,58	20÷60	8,04
M12	19	21,1	7,68	25÷60	10,37

Intercambiabili con le correlative viti e dadi metallici. Caratt. Isolanti, inox, resist. chimica, autoestinguenti (P6 e P66) scorrevoli e resist. all'abrasione. Temper. 110° (poche ore), 85°(cont.) -20° con toller. modif. delle caratt. fis. Es. des. M8x20 pol. 6: Vite UNI 9817 - M8x20 PA6 Dado UNI 9818 - M8 PA6

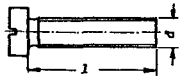
Caratteristiche su provetta

Carichi (N/mm²)	PA6	PA66	RA	UNI
rottura a traz.	69÷72	76÷79	60÷70	5819
snerv. a traz.	44÷47	57÷60	60÷70	
rott. a compr.	78÷82	87÷102	110÷120	4279
rott. a fless.	38÷43	67÷73	85÷110	7213

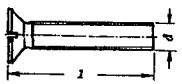
Materiale	Poliammide (nylon) 6 (PA6),66 (PA66) Resina acetalica (RA)
Toll.filet.	8g (viti) 6g a richiesta. 6H (dadi) UNI 4534 - 5541.
Finitura	Naturale derivante dal normale processo di lavorazione.

Viti, dadi e rosette di materie plastiche (di commercio)

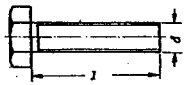
Ditta CERISOLA Via Sirtori 23 Milano (02)29409649 fax (02)2047641



Viti a testa cil. UNI 6107
M3 l=5,6,8,10,12,16,20,25.
M4 l=6,8,10,12,16,20,25,30
M5 l=10,12,16,20,25,30,40.
M6 l=5,10,12,16,20,25,30. 40,50.

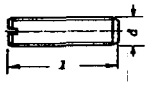


Viti a testa sv. UNI 6109
M3 l=6,8,10,12,16,20.
M4 l=8,10,12,16,20,25.
M5 l=12,16,20,25,30.
M6 l=16,20,25,30.
M8 l=20,25,30,40,50,60.

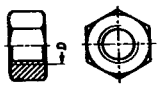


Viti t. es. UNI EN 24014
M4 l=12,16,20,30.
M5 l=12,16,20,25,30.
M6 l=12,16,20,25,30,40,50
M8 l=16,20,25,30,40,50,60
M10 l=20,25,30,40,50,60.

Materiale Poliammidico (nylon)



Viti senza testa UNI-ISO 4766.
M3 l=6
M4 l=6,8,10,12
M5 l=6,8,10,12
M6 l=6,8,10,12
M8 l=8,10,12,16

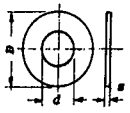


Dadi esagonali UNI - EN 24032
M3,M4,M5,M6,M8,M10

Dadi ciechi UNI 5721
M4,M5,M6,M8,M10

Materiale Resina acetalica (Polyoxymethylene)

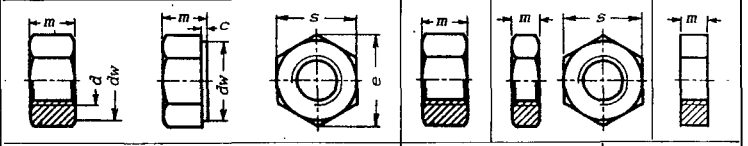
Rosette per viti a testa cilindrica da M3 a M6. Per viti a testa esagonale da M3 a M10. UNI 6592 Materiale: Resina acetalica (Polyoxymethylene).



Ø fil.	d	D (t.cil.)	D(t.esag.)	s
3	3,2	6	7	0,5
4	4,2	8	9	0,8
5	5,3	9,5	10	1
6	6,4	11	12	1,6
8	8,4	-	17	1,6
10	10,5	-	21	2

Dadi esagonali, passi grosso e fine - Cat. A, B e C.

Spes.	normali					bassi		
EN	24032	24033	28673	28674	24034	24035	28675	24036
Cat.	A-B	A-B	A-B	A-B	C	A-B	A-B	B
Tipo	1	2	1	2	-	-	-	-
passo	grosso	grosso	fine	fine	grosso	grosso	fine	grosso
d	1,6÷64	5÷36	8÷64	8÷36	5÷64	1,6÷64	8÷64	1,6÷10
ISO	4032	4033	8673	8674	4034	4035	8675	4036



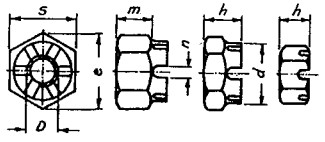
dati comuni							m (normali)			m (bassi)	
d(M)	passo	fine	dw min	c max	s nom	e min	tipi 1 max	tipi 2 max	C max	A-B max	B max
1,6			2,4	0,2	3,2	3,41	1,3			1	1
2			3,1	0,2	4	4,32	1,6			1,2	1,2
2,5			4,1	0,3	5	5,45	2			1,6	1,6
3			4,6	0,4	5,5	6,01	2,4			1,8	1,8
3,5*			5	0,4	6	6,58	2,8			2	2
4			5,9	0,4	7	7,66	3,2			2,2	2,2
5			6,9	0,5	8	8,79	4,7	5,1	5,6	2,7	2,7
6			8,9	0,5	10	11,05	5,2	5,7	6,1	3,2	3,2
8	1		11,6	0,6	13	14,38	6,8	7,5	7,9	4	4
10	1	1,25*	14,6	0,6	16	17,77	8,4	9,3	9,5	5	5
12	1,5	1,25*	16,6	0,6	18	20,03	10,8	12	12,2	6	
14*		1,5*	19,6	0,6	21	23,35	12,8	14,1	13,9	7	
16	1,5		22,5	0,8	24	26,75	14,8	16,4	15,9	8	
18*		1,5*	24,9	0,8	27	29,56	15,8	17,6	16,9	9	
20	1,5		27,7	0,8	30	32,95	18	20,3	19	10	
22*		1,5*	31,4	0,8	34	37,29	19,4	21,8	20,2	11	
24	2		33,3	0,8	36	39,55	21,5	23,9	22,3	12	
27*		2*	38	0,8	41	45,2	23,8	26,7	24,7	13,5	
30	2		42,8	0,8	46	50,85	25,6	28,6	25,4	15	
33*		2*	46,6	0,8	50	55,37	28,7	32,5	29,5	16,5	
36	3		51,1	0,8	55	60,79	31	34,7	31,5	18	
39*		3*	55,9	1	60	66,44	33,4		34,3	19,5	
42	3		60	1	65	71,3	34		34,9	21	*
45*		3*	64,7	1	70	76,95	36		36,9	22,5	Dimen
48	3		69,5	1	75	82,6	38		38,9	24	sioni
52*		4*	74,2	1	80	88,25	42		42,9	26	non
56	4		78,7	1	85	93,56	45		45,9	28	prefe
60*		4*	83,4	1	90	95,21	48		48,9	30	renz.
64	4		88,2	1	96	104,9	51		52,4	32	

Caratteristiche - Prescrizioni generali ISO 8992

Categoria	A (d=16) B (d-16)			C	A-B	B	
ISO 4759/1	tipo 1				tipo2	(bassi)	
Materiale	acciaio	inox	non f.	acciaio	acc.	acc.	non ferr.
Classe resist. (normali)	d<3 : secondo accordo	d≤20:A2-70	—	d≤16 : 5	9 - 12	classe durez. HV min 110	—
	3≤d≤39:6-8-10 ISO 898/2	20<d≤39:		16<d≤39:			
(norm.e bassi)	d>39 secondo accordo	A2 - 50		4,5	ISO		
(bassi)	d < 3 : 14H ISO 898/5	ISO 3506	ISO	ISO898/2	898/2		ISO 8839
	3≤d≤39:04-05 ISO 898/2	d>39 s.a.	8839	d>39s.a.			
Toll. fil. (ISO 261-965)	6H			7H	6H	6H	
Finitura	come da lavorazione	naturale	nat.	come da lavor.		c.d.l.	naturale

Es. des. dado esag. EN 24032, tipo 1, d=M8,cl. res.8: Dado esag. tipo 1 ISO 4032-M8-8.

Dadi esagonali ad intagli, dadi quadri filettatura metrica ISO



normali bassi D≤10

Es. di designazione
Categoria A, normali:
Dado UNI 5593-M8-6S
Dado UNI 5593-M8x1-6S
bassi:
Dado UNI 5594-M8-6S
Dado UNI 5594-M8x1-6S
Categoria C, normali:
Dado UNI 5595-M8-5S

Dati comuni						Categoria A					Categoria C			
Filettatura D (passo)			d	n	s	e	norm.		bassi		e	norm.		diametro copiglia
gros.	fine						h	m	h	m		h	m	
4	-	-	1,2	7		7,74	5	3,2	-	-	-	-	-	1
5	-	-	1,4	8		8,87	6	4	-	-	8,63	6	4	1,2
6	-	-	2	10		11,05	7,5	5	6,5	4	10,89	7,5	5	1,6
8	8x1	-	2,5	13		14,38	9,5	6,5	8	5	14,20	9,5	6,5	2
10	10x1,25	-	2,8	16*		17,77	12	8	10	6	17,59	12	8	2,5
12	12x1,25	17	3,5	18*		20,03	15	10	12	7	19,85	15	10	3,2
14•	14x1,5•	19	3,5	21*		23,75	16	11	13	8	22,78	16	11	3,2
16	16x1,5	22	4,5	24		26,75	19	13	14	8	26,17	19	13	4
18•	18x1,5•	22	4,5	27		30,14	21	15	15	9	29,56	21	15	4
20	20x1,5	28	4,5	30		33,53	22	16	15	9	32,95	22	16	4
22•	22x1,5•	30	5,5	34*		37,72	26	18	18	10	37,29	26	18	5
24	24x2	34	5,5	36		39,98	27	19	18	10	39,55	27	18	5
27•	27x2•	38	5,5	41		45,63	30	22	20	12	45,20	30	22	5
30	30x2	42	7	46		51,28	33	24	21	12	50,85	33	24	6,3
33•	33x2•	46	7	50		55,80	35	26	23	14	55,37	35	26	6,3
36	36x3	50	7	55		61,31	38	29	23	14	60,79	38	29	6,3
39•	39x3•	55	7	60		66,96	40	31	25	16	66,44	40	31	6,3
42	42x3	58	9	65		72,61	46	34	28	16	72,09	46	34	8
45•	45x3•	62	9	70		78,26	48	36	30	18	77,74	48	36	8
48	48x3	65	9	75		83,91	50	38	30	18	83,39	50	38	8
52•	52x3•	70	9	80		89,56	54	42	32	20	89,04	54	42	8
56	56x4	75	9	85		95,07	57	45	37	22	94,47	57	45	8
60•	60x4•	80	11	90		100,72	63	48	39	24	100,12	63	48	10
64	64x4	85	11	95		106,37	66	51	41	26	105,77	66	51	10
68•	68x4•	90	11	100		112,02	69	54	41	26	111,42	69	54	10
-	72x6	95	11	105		117,67	73	58	43	28	-	-	-	10
-	76x6•	100	11	110		123,32	76	61	45	30	-	-	-	10
-	80x6	105	11	115		128,97	79	64	47	32	-	-	-	10

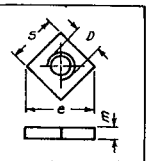
• Usare solo per eccezione. Tolleranze sec. UNI 3740 Possono avere rivest. protett. sec. UNI 3740. In tale caso, indicarlo nella design. * Vedi UNI 5625-ISO 272

Dadi esagoni

Numero degli intagli, 6 per D 4-39, 8 per D 42-68, 10 per D 72-80. Superficie ossidata nera, ovvero naturale. Materiale: Categoria A 6S, Categ. C 5S ovvero altre classi di resistenza (UNI 3740) o altri materiali

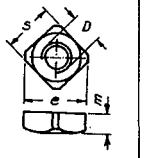
Dadi quadri Materiale:

Cat. A 4D,5S o non fer. Cat. C 4A,4D,5S o non ferroso



Quadri sottili
Categ. A: Dado
UNI 5596-M8-4D

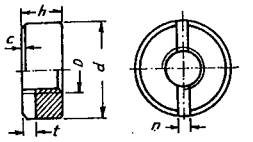
D	e	m	s
1,6	4,5	1	3,2
2	5,7	1,2	4
2,2•	6,4	1,2	4,5
2,5	7,1	1,6	5
3	7,8	1,6	5,5
4	9,9	2	7
5	11,3	2,5	8
6	14,1	3	10
8	18,4	4	13
10	24	5	17



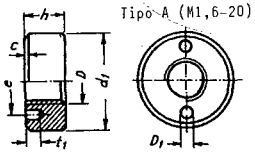
Quadri normali
Categ. C: Dado
UNI 5597-M8-4A

D	e	m	s
5	10	4	8
6	13	5	10
8	17	6,5	13
10	22	8	17
12	25	10	19
14•	28	11	22
16	32	13	24
18•	36	15	27
20	40	16	30
22•	42	18	32
24	48	19	36
27•	54	22	41
30	60	24	46
33•	65	26	50
36	72	29	55
39•	80	31	60
42	85	34	65
45•	92	36	70
48	98	38	75
52•	105	42	80

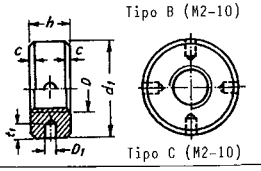
Dadi a intagli e a fori, da ribadire, autofren. Categ. A



Tipo A (M1,6-20)



Tipo B (M2-10)

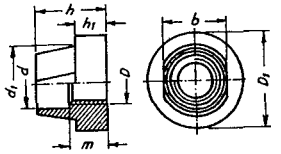


Tipo C (M2-10)

Dadi cilindr. con intaglio, a 2 fori e a fori a croce

D	h	c	d	n	t	e	t_1	d_1	D_1
M1,6	1,7	0,1	4	0,4	0,6	-	-	-	-
M2	2	0,2	4,5	0,4	0,7	4	1,2	5,5	1
M2,2*	2	0,2	5	0,6	0,8	4,5	1,2	6	1
M2,5	2,2	0,2	5,5	0,6	0,9	5	1,5	7	1,2
M3	2,5	0,2	6	0,6	1	5,5	1,5	8	1,5
M3,5*	3	0,4	7	0,8	1,2	6	2	9	1,5
M4	3,5	0,4	8	0,8	1,4	7	2	10	1,5
M5	4,2	0,4	10	1,2	1,7	8	2,5	12	2
M6	5	0,4	11	1,2	2,2	10	3	14	2,5
M8	6,5	0,6	14	1,5	2,7	13	3,5	18	3
M10	8	0,8	18	2	3,5	15	4	22	3,5
M12	10	1	22	3	4	-	-	-	-
M14*	11	1	24	3	4	-	-	-	-
M16	12	1	27	3	4	-	-	-	-
M18*	13	1	30	4	5	-	-	-	-
M20	14	1	32	4	5	-	-	-	-

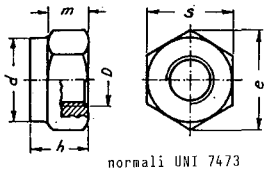
*Usare solo per eccez. Mater. 4D,5S o non ferroso. Es. design. dado tipo A: Dado UNI 5719-AM4-5S



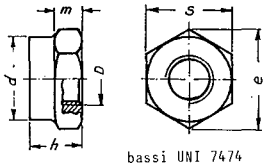
Dadi cilindrici da ribadire

D		b	D_1	d	d_1	h	h_1	m
M4	-	7	10	6	8	9	4	5
M5	-	8	12	7	9	11	5	6
M6	-	8	14	7,2	9	11	5	6
M8	M8x1*	10	16	9,2	11	13	6	7
M10*	M10x1,25	12,5	18	11,4	14	15	7	8

*Usare per eccez. Mat. 4D o non ferr. Esempio design. Dado UNI 5720- M8- 4D



normali UNI 7473



bassi UNI 7474

*d = s. e,s= EN 24032.*Usare per eccez. Mat. 5S,6S, 10 o altro mat. Es. des.: Dado UNI 7473-M10-6S*

Dadi esagonali autofrenanti con anello di poliammide

D		normali		bassi	
p.g.	pas.fine	h	m	h	m
M3	-	4,4	2,4	-	-
M4	-	6	3,2	4,8	2
M5	-	6,8	4	5,4	2,5
M6	-	7,8	4,8	6	3
M7*	-	9,1	5,6	7	3,5
M8	M8x1	10,6	6,4	8,5	4
M10	M10x1,25	12,3	8	10	5
M12	M12x1,25	14,8	9,6	12	6
M14*	M14x1,5*	16,6	11,2	14	7
M16	M16x1,5	18	12,8	15	8
M18*	M18x1,5*	21	14,4	16	9
M20	M20x1,5	23	16	17,5	10
M22*	M22x1,5*	25	17,6	19	11
M24	M24x2	28	19,2	21	12
M27*	M27x2*	30,8	21,6	22,5	13,5
M30	M30x2	33,2	24	24,5	16
M33*	M33x2*	36	26,4	26	16,5
M36	M36x3	40	28,8	30	18
M39*	M39x3*	42	31,3	32	19,5

Dadi esagonali autofrenanti con molla sul collare

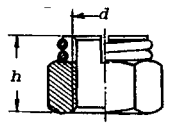
passo grosso e fine, normali (d 3÷68) UNI 9319, bassi (d 6÷36) UNI 10331

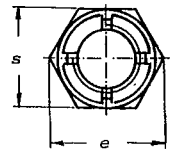
dati comuni					normali	bassi	dati comuni			Coppie di serraggio consigliate Nm							
	passo						mom. fren. (Nm)			p. grosso		pas. fine		p.gros.		p. fine	
d	grosso	fine	e min	s max	h max	h max	1° mont	1° smontaggio	5° smontaggio	normali cl. resist. 8	10	8	10	bassi clas. res. 04	05	04	05
3	0,5		6,01	5,5	4,2	-	0,43	0,06	0,04	0,9	1,4			-	-	-	-
4	0,7		7,66	7	5,5	-	0,9	0,09	0,06	2,2	3,3			-	-	-	-
5	0,8		8,79	8	6,3	-	1,6	0,145	0,1	4,5	7,2			-	-	-	-
6	1	0,75	11,05	10	8,2	6,3	3	0,255	0,15	7,5	10			3,5	5,6		
8	1,25	1	14,38	13	10,8	8,1	6	0,425	0,3	17	24			12	17		
10	1,5	1,25	18,90	17	12,6	9,6	10,5	0,75	0,5	35	48	37	52	25	33	26	36
12	1,75	1,5 1,25	21,1	19	16	11,4	15,5	1,15	0,8	59	84	62 67	88 92	42	59	44 47	62 64
14*	2	1,5	24,49	22	18	13	24	1,65	1,15	100	139	105	147	70	83	73	88
16	2	1,5	26,75	24	20,6	14,6	32	2,25	1,5	140	200	150	220	84	102	90	110
18*	2,5	1,5	29,56	27	22,5	16,5	42	3	2,1	200	290	220	320	120	142	132	160
20	2,5	1,5	32,95	30	25,5	18,1	54	3,75	2,65	290	400	320	440	174	196	192	220
22*	2,5	1,5	37,29	32	29,9	20,1	68	4,75	3,25	400	550	420	600	218	270	226	300
24	3	2	39,55	36	29,9	20,7	80	5,75	4	500	710	530	760	258	355	265	380
27*	3	2	45,20	41	33,7	22,2	94	6,75	5	650	890	680	910	325	440	340	450
30	3,5	2	50,85	46	37	24,7	108	8	6	780	1050	800	1070	390	515	405	530
33*	3,5	2	55,37	50	40,9	27,2	122	9	7	900	1200	960	1260	455	595	480	630
36	4	3	60,79	55	44,2	30	136	10,5	8	1130	1500	1180	1560	565	750	590	780
39*	4	3	66,44	60	47,6	-	150	11,5	9	1420	1900	1480	2000	-	-	-	-
42	4,5	3	72,02	65	51,2	-	165	13	10	1720		1820		-	-	-	-
45*	4,5	3	76,95	70	54,8	-	180	14,5	11	2080		2190		-	-	-	-
48	5	3	82,60	75	58,4	-	195	16	12,5	2430		2590		-	-	-	-
52*	5	3	88,25	80	63,2	-	215	18	14	3040		3210		-	-	-	-
56	5,5	4	93,56	85	67,9	-	235	20	15,5	3640		3790		-	-	-	-
60*	5,5	4	99,21	90	72,2	-	255	22	17	4350		4530		-	-	-	-
64	6	4	104,8	95	77,5	-	280	25	19	5110		5340		-	-	-	-
68*	6	4	110,5	100	79,5	-	305	27	21	5880		6120		-	-	-	-

Dado	(Brevetto N° 92A000112 - 13-2-92)	
Materiale	Acciaio	Acciaio inox
Prescriz. generali	UNI 3740/1 (non bonificato)	
Filett. tolleranza	6H	
Filett. norma	UNI 4534-5541	
Car. mecc. cl. res.	8-10 (bassi 04-05)	A2
Car. mecc. norma	UNI 3740/4-7323/5	UNI 7323/8
Toller. categoria	per fil. ≤ M16: A, per fil. > 16:B	
Toller. norma	UNI-ISO 4759/1	
Finitura	Zincat. FeZn8c 2C	Natur./ramato

Altre finiture, rivestimenti o trattamenti da concordare all'ordinazione. * usare solo per eccez.

Molla		
Materiale	Acciaio	Acciaio inox
Temper. di eserc.	da - 40°C a +250°C	da-40 a +550°C
Finitura	zincatura a caldo	Naturale



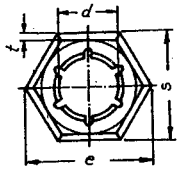


Combinazione	Simb.
Dado cl.res. 8 (basso 04) molla zinc.	1
Dado cl.res.10 (basso 05) molla zinc.	2
Dado e molla di acciaio inox	3
Dado cl.res. 8 (basso 04) molla inox	31
Dado cl.res.10 (basso 05) molla inox	32

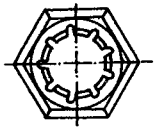
Esempi di designazione, dado normale
dado M12 comb. mont. dado e molla 1:
Dado UNI 9319 - M12/1
dado basso
dado M24x2 comb. mont. dado e molla 32:
Dado UNI 10331 - M24x2/32

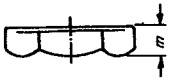
Controdadi di sicurezza

Serie 1a (6 intagli)



Serie 2a (9 intagli)

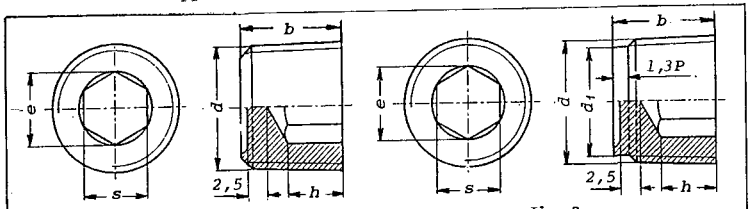




Filettatura p. gros. Serie 1a	Filettatura p. fine Serie 2a	d serie 1a	d serie 2a	e	s	m	t serie 1a	t serie 2a
M4	-	3,5	-	8,1	7	2,5	0,3	-
M5	-	4,5	-	9,2	8	2,5	0,4	-
M6	-	5,3	-	11,5	10	3	0,4	-
M8	-	6,9	-	15	13	3,5	0,5	-
M10	M10x1,25	8,6	9	19,6	17	4	0,5	0,5
M12	M12x1,25	10,4	11	21,9	19	4,5	0,6	0,6
M14	M14x1,5	12	12,7	25,4	22	5	0,6	0,6
M16	M16x1,5	14,1	14,8	27,7	24	5	0,7	0,7
M18	M18x1,5	15,5	16,8	31,2	27	5,5	0,7	0,7
M20	M20x1,5	17,6	18,8	34,6	30	6	0,8	0,7
M22	M22x1,5	19,6	20,8	36,9	32	6	0,8	0,7
M24	M24x2	21	22,5	41,6	36	7	0,9	0,9
M27	M27x2	24,2	25,5	47,3	41	7	1	1
M30	M30x2	26,6	28,5	53,1	46	8	1,1	1
M33	M33x2	29,8	31,5	57,7	50	8	1,2	1
M36	M36x3	32,2	33,6	63,5	55	9	1,3	1,3
M39	M39x3	35,2	36,6	69,3	60	9	1,3	1,3
M42	M42x3	37,6	39,8	75	65	11	1,4	1,4
M45	M45x3	40,9	42,8	80,8	70	12	1,5	1,5
M48	M48x3	43,9	45,8	86,5	75	14	1,6	1,5
M52	M52x3	48,2	49,8	92,4	80	16	1,7	1,5

Materiale: acciaio UNI 7064, HV-350-425. Superf.naturale ed oliata. mater. e tratt. diversi da concordare. Esempio designazione controdado per filettatura M8: Controdado UNI 8835 - M8

Tappi filettati conici con cava esagonale



Tipo A — Tipo B

Fil. conica d(UNI 7707)	b ±0,35	h min	s max	e min	d_1
M 8x1 *	11	5	4,095	4,58	6,3
M 10x1 *			5,14	5,72	8,3
M 12x1,5 *	13	6	6,14	6,86	9,5
M 14x1,5 *					11,5
M 16x1,5 *		7	8,175	9,15	13,5
M 18x1,5 *			10,175	11,43	15,5
M 20x1,5 *					17,5
M 22x1,5 *			12,212	13,72	19,5
M 24x1,5 *					21,5
M 28x1,5			14,212	16,00	-
M 32x1,5			17,23	19,44	-
M 35x1,5	14	8			
M 40x1,5			19,275	21,73	-

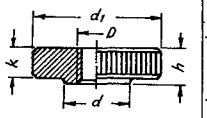
Tappi utilizzati per otturare fori con filettatura a tenuta secondo UNI 7707 e per pressioni non elevate.

Materiale
Alluminio P-AL99,8 UNI 9001/4 ovvero ottone P-CuZn37 UNI 4892 ovvero acciaio 4.8 o 5.8 UNI 3740/3.
Altro materiale se concordato.

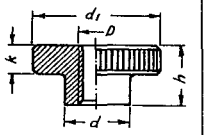
Rivestimento superficiale
acciaio: FeZn 5 c 2 C UNI 3740/6
Altro rivest. o tratt. se concordato

Designazione
Tappo esecuz. A, d = M 18x1,5, acc. 4.8: Tappo UNI 9816-A-M18x1,5 conica acc. 4.8.
* Misure previste per il tipo B.

Dadi zigrinati e esagonali con calotta - Filett. metrica ISO



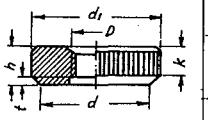
zigrinati



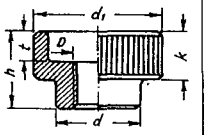
zigrin.con colletto

zigrinati, esempio designaz.: Dado UNI 6003-M3-5S
zigrinati con colletto " Dado UNI 6005-M3-5S

D passo grosso	D passo fine	d	d_1	k	Z *	UNI 6003 h	UNI 6005 h
M1,6	-	4	8	2	0,5	2,5	5
M2	-	4,5	9	2	0,8	3	5,3
M2,2•	-	5	10	2,5	0,8	3	6
M2,5	-	5	11	2,5	0,8	3	7
M3	-	6	12	2,5	0,8	3,5	7,5
M3,5•	-	7	14	3	1	4	8,5
M4	-	8	16	3,5	1	4	9,5
M5	-	10	20	4	1	5	11,5
M6	-	12	24	5	1,5	6	15
M8	M8x1	16	30	6	1,5	8	18
M10	M10x1,5	20	36	8	1,5	10	23



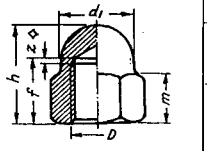
zigr. rid. avanforo



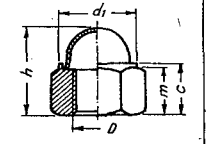
zigrinati alti

zigrinati ridotti es. desig.: Dado UNI 6004-M3-5S
zigrinati alti es. designaz.: Dado UNI 6006-M3-5S

D passo gross.	D passo fine	Z *	UNI 6004 d	d_1	h	k	t	UNI 6006 d	d_1	h	k	t
M2,2•	-	0,8	5	9	4	2	1	-	-	-	-	-
M2,5	-	0,8	5	9	4	2	1	-	-	-	-	-
M3	-	0,8	6	10	4	2	1	-	-	-	-	-
M3,5•	-	1	7	11	4,5	2,5	1	-	-	-	-	-
M4	-	1	8	12	4,5	2,5	1,5	10	16	10	7	4
M5	-	1	10	14	5	3	1,5	14	20	12	8	5
M6	-	1,5	12	16	5,5	3,5	2	16	24	14	10	6
M8	M8x1	1,5	16	20	6	4	2	20	30	17	12	7
M10	M10x1,25	1,5	20	24	7	5	2,5	28	36	20	14	9
M12	M12x1,25	1,5	-	-	-	-	-	34	42	24	16	11



esag. calotta sfer.



esag. cal.riportata

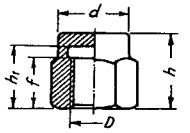
esagonali ciechi es. design.: Dado UNI 5721-M3-5S
esag. cal. riport. es. des. : Dado UNI 5722-M3-5S

D passo grosso	D passo fine	UNI 5721 d_1	f	h	m	UNI 5722 d_1	c	h	m
M3	-	5	4	6,5	2,4	4,8	3,4	5,4	3
M4	-	6,5	5	8,5	3,2	6	4,6	6,9	4
M5	-	7,5	7	11	4	7	5,6	8,4	5
M6	-	9,5	8	13	5	8,5	7	10,2	6
M8	M8x1	12,5	11	16	6,5	11,5	9	14,2	8
M10	M10x1,25	16	13	19	8	15	11	17,5	10
M12	M12x1,25	18	16	22	10	16	13,5	20,5	12
M14•	M14x1,5•	21	18	25	11	20	15,5	23,7	14
M16	M16x1,5	23	21	28	13	22	17,5	26,2	16
M18•	M18x1,5•	26	25	32	15	25	19,5	29	18
M20	M20x1,5	29	26	34	16	28	21,5	32	20
M22•	M22x1,5•	31	29	39	18	-	-	-	-
M24	M24x2	34	31	42	19	-	-	-	-

Categoria A. materiale acciaio 5S o non ferroso. * Z (zigrinatura UNI 149) Dadi esag. s = EN 24032

• usare solo per eccez. ◊ z = 2P. Per i dadi di mat. non ferr. indicare questo al posto della classe

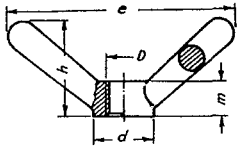
Dadi in forme diverse - filettatura metrica ISO



Es. des.: Dado UNI 2733-M6-4D*altri mat.P-CuZn40 Pb2 UNI5705,P-CuZn40 UNI 4891,G-CuZn34Pb2 UNI5036

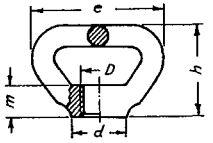
esagonali ciechi con calotta piatta.Cat. A.

D	d	h	h_1	f	D	d	h	h_1	f
M6	9	10	8	6	M27*	40	38	33	27
M8	12	13	10	7,5	M30	45	41	36	30
M10	16	16	13	10	M33*	49	46	40	34
M12	18	18	15	11,5	M36x3	54	49	43	35
M14*	21	21	17	13	M39x3*	59	52	46	38
M16	23	24	20	16	M42x3	64	56	49	41
M18*	26	26	22	17	M45x3*	69	59	52	44
M20	29	29	25	20	M48x3	74	62	55	47
M22*	31	31	27	22	M52x3*	79	68	61	53
M24	35	35	30	24	Quote s,e,m(EN 24032)				



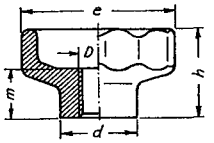
a corna. Categ. C. (*usare solo per eccez.)
Esempio designazione: dado UNI 2402-M6-4A*.

D	d	h	m	e	D	d	h	m	e
M12	24	45	12	105	M24	44	88	30	204
M14*	28	51	15	118	M27*	49	98	33	227
M16	32	58	18	133	M30	55	110	36	255
M18*	35	65	21	149	M33*	60	120	40	280
M20	38	73	24	170	M36x3	65	130	43	305
M22*	41	80	27	186	M39x3*	70	142	48	330



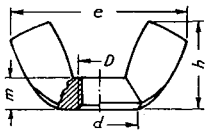
a maniglia.Cat.C.Es.des.Dado UNI 2403-M10-4A*.altri mat. P-CuZn40Pb2, Ghisa B 35-10.

D	d	h	m	e	D	d	h	m	e
M10	20	45	12	51	M20	36	66	21	82
M12	25	52	15	63	M22*	40	74	24	92
M14*	28	59	18	73	M24	45	83	27	100
M16	28	59	18	73	M27*	45	83	27	100
M18*	36	66	21	82	M30	56	100	34	127



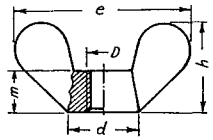
ad impronta.Cat.C.Es.des.Dado UNI 5723-M10-4A*.altri mat. Ghisa B35-10 o non ferroso.

p.g.	D pas. fine	d	h	m	e
M5	-	10	13,5	6,5	16,5
M6	-	12	18	9	23
M8	M8x1	16	21,5	11,5	27
M10	M10x1,25	20	24	13,5	31
M12	M12x1,25	24	30	15	43,5



ad alette.(tipoA)Cat.C.Es.des.Dado UNI5448-AM3-4A*.altri mat.X2CrNi1811 o non ferroso.

D	d	h	m	e	D	d	h	m	e
M3	8	8,6	3,2	17,6	M10	16,5	17,7	6,8	36,2
M4	8	8,6	3,2	17,6	M12	22,5	24,1	9	49,4
M5	10,3	11	4,1	22,5	M14*	26,6	28,5	10,7	58,3
M6	12,7	13,6	5,1	27,5	M16	26,6	28,5	10,7	58,3
M8	13,8	14,8	5,6	30,3					



ad alette.(tipoB)Cat.C.Es.des.Dado UNI5448-BM10-5S*.altri mat.Ghisa B35-10 o non ferr.

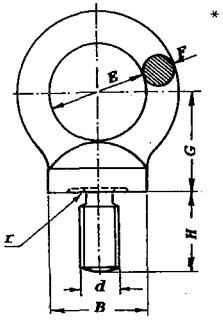
D	d	h	m	e	D	d	h	m	e
M10	20	25	12	50	M18*	32	40	18	80
M12	23	32	14	64	M20	36	45	20	90
M14*	28	36	16	72	M22*	40	50	22	100
M16	28	36	16	72	M24	45	56	24	112

* Possono avere rivestimento protettivo.

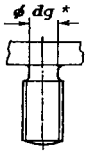
Golfari

Golfari con gambo filettato per impiego generale di sollevamento. La scelta dell'acciaio é lasciata alla responsabilità del costruttore in modo che il golfare finito, dopo trattamento termico possieda le proprietà meccaniche richieste. Questa norma esclude golfari non fucinati in un solo pezzo. La figura illustra soltanto le dimensioni e non la forma reale del golfare, tale forma é lasciata alla discrezione del costruttore. Esempio di designaz. gambo M 12: Golfare tipo 1 UNI-ISO 3266- M12.

Golfari ad occhio allungato e con foro filettato. Materiale: acciaio Fe 360 D UNI 7746. E' ammesso l'impiego di altre qualità d'acciaio aventi caratteristiche non minori di quelle dell'acciaio UNI 7746. Prima della tornitura e della filettatura i golfari devono essere normalizzati o ricotti. Possono avere rivestimento protettivo e, in questo caso, deve essere indicato nella designazione. Esempio di designazione foro M10: Golfare UNI 2948 - M 10.

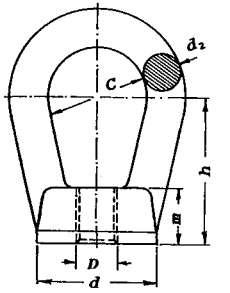


Tipo 1 Collare incassato.



* dg: UNI-ISO 4755

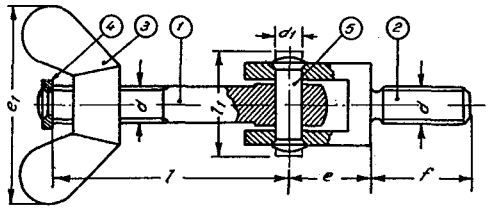
Tipo 2 Collare non incassato.



d (fil.) 8g	B,E min ø	G max	H min	F max ø	r mn	Carico max t	
	mm						
M 8	20	20	15	6,3	1	0,16	0,08
M 10	24	25	17	8	1	0,25	0,125
M 12	28	30	20	9,5	1	0,40	0,20
M 16	34	36	24	12,5	1	0,63	0,32
M 20	40	45	27	16	1	1,0	0,50
M 24	48	53	31	19	2	1,6	0,80
M 30	56	64	39	24	2	2,5	1,25
M 36	67	75	48	28	3	4,0	2,0
M 42	80	90	56	34	3	6,3	3,2
M 48	95	100	63	38	3	8,0	4,0
M 56	112	119	73	45	4	10	5,0
M 64	125	135	85	50	4	16	8,0
M 72x6	140	153	95	58	4	20	10
M 80x6	160	165	110	63	4	25	12,5
M 90x6	180	180	125	71	5	32	16
M100x6	200	195	140	80	5	40	20

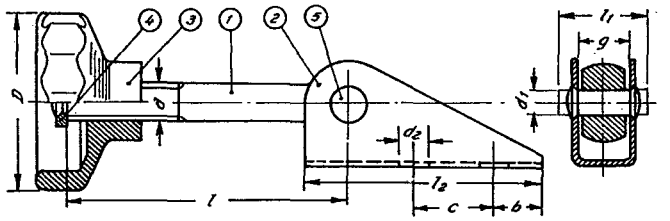
D (fil.) 6H	d ø	h	d_2 ø	m	C ø	Carico max t	
	mm						
M 8	20	18	8	8,5	20	0,08	-
M 10	30	36	10	14	24	0,16	2x0,08
M 12	34	44	13	16	30	0,25	2x0,125
M 16	40	52	16	20	36	0,40	2x0,20
M 20	48	60	19	24	42	0,63	2x0,315
M 24	56	72	22	28	50	1,0	2x0,50
M 30	68	85	26	36	60	1,6	2x0,80
M 36x3	80	100	29	42	70	2,5	2x1,25
M 42x3	92	118	33	50	82	3,75	2x1,875
M 48x3	105	130	36	58	90	5,0	2x2,50
M 56x4	120	148	40	68	100	7,1	2x3,55
M 64x4	135	165	44	78	112	10	2x5,0
M 72x4	150	180	48	88	120	12,5	2x6,25
M 80x4	165	200	53	98	132	16	2x8,0
M100x4	190	220	58	120	146	20	2x10
-	-	-	-	-	-	-	-

Tiranti a cerniera



Tiranti a cerniera tipo con attacco a forcella. Esempio designazione per d = M 10, l = 70 mm: M 10x70 UNI 6054

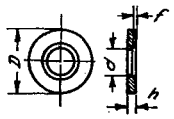
Filett. ISO. d p.g.	p.f.	e	e_1	f	① UNI 6057	② UNI 6056	③ UNI 5448	④ UNI 2412	⑤ Perno d	l_1
M5	-	12	22,5	12	M5x....	M5	A-M5	3,2	4	14
M6	-	14	27,8	16	M6x....	M6	A-M6	4,3	5	16
M8	M8x1	17	30,3	20	M8x....	M8	A-M8	5,3	6	20
M10	M10x1,25	20	50	25	M10x...	M10	B-M10	6,4	8	25
M12	M12x1,25	22,5	64	30	M12x...	M12	B-M12	8,4	10	30
M16	M16x1,5	28	72	40	M16x...	M16	B-M16	10,5	14	38
M20	M20x1,5	35	90	50	M20x...	M20	B-M20	13	18	45
M24	M24x2	42	112	60	M24x...	M24	B-M24	15	20	54



Tiranti a cerniera - tipo con attacco a staffa.
Esempio design. per d = M10, l = 70 mm: M10x70 UNI 6055.

Filett. ISO. d p.g.	p.f.	b	c	g	D	d_2	l_2	① UNI 6057	② UNI 2413	③ UNI 5723	④ UNI 2412	⑤ Perno d_1	l_1
M5	-	8	13	6	22	3,2	35	M5x....	4	M5	3,2	4	12
M6	-	9	14	8	30	4,3	40	M6x....	5	M6	4,3	5	14
M8	M8x1	10	16	10	36	5,3	48	M8x....	6	M8	5,3	6	18
M10	M10x1,25	12	21	12	40	6,4	60	M10x..	8	M10	6,4	8	22

Tiranti a cerniera - Rosette d'arresto UNI 2412

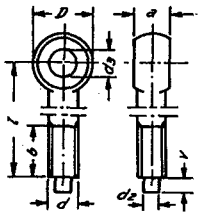


Des. d	Toll. su d	D	h	f	Des. d	Toll. su d	D	h	f
3,2	∓ 0,1	8	1,5	0,5	8,4	∓0,15	16	2	1
4,3	∓ 0,1	10	2	1	10,5	∓0,2	20	3	1
5,3	∓ 0,1	10	2	1	13	∓0,25	24	3	1
6,4	∓0,15	14	2	1	15	∓0,25	28	3	1

Esempio design. d = 5,3: 5,3 UNI 2412. indicare il materiale.

segue

segue: Tiranti a cerniera (particolari)

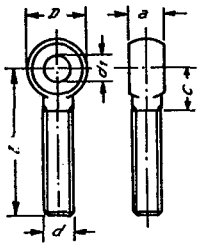


Es.des.Ø8,l=50,8.8: M8x50 UNI 6057-8.8

Tiranti ad occhio, estr. ribad. Cat.A UNI 6057.

d p.g	p.f.	*l	b l ≤125	b l >125	a	D	d_2	d_3	V
M5	-	40÷60	16	-	6	10	3	4	2,5
M6	-	45÷65	18	-	7	12	4	5	4
M8	M8x1	50÷80	22	-	9	16	5	6	4
M10	M10x1,25	60÷100	26	-	12	20	6	8	4
M12	M12x1,25	70÷100	30	-	14	24	8	10	4
M16	M16x1,5	70÷120	38	-	18	32	10	14	5
M20	M20x1,5	90÷130	46	52	22	40	12	18	5
M24	M24x2	120÷160	54	60	26	42	14	20	5

Serie*l= 40-90 (5 in 5) 100-160 (10 in 10).
mater.: 6.6-5.8-8.8 o materiale non ferroso.

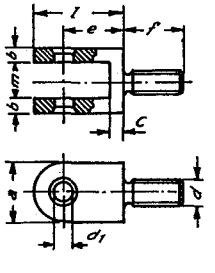


Es.des.Ø6,l=30,8.8: M8x30 UNI 6058-8.8

Tiranti ad occhio, estr. piana Cat. A UNI 6058.

d p.g	p.f.	*l	a	c	D	d_1
M4	-	16÷40	5	5,8	8	3
M5	-	20÷45	6	7	10	4
M6	-	25÷50	7	8,5	12	5
M8	M8x1	35÷65	9	11,1	16	6
M10	M10x1,25	40÷80	12	13,8	20	8
M12	M12x1,25	50÷90	14	16,4	24	10
M16	M16x1,5	65÷130	18	21	32	14
M20	M20x1,5	80÷160	22	26,2	40	18
M24	M24x2	100÷200	26	31,5	48	20
M30	M30x2	110÷220	33	38,8	60	25

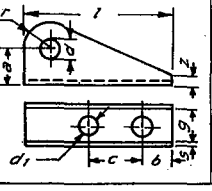
Serie*l=16-20-90(5 in 5)100-200(10 in 10)-220.
mater.: 5.6-5.8-8.8 o materiale non ferroso.



Forcelle d'attacco per tiranti Cat. A UNI 6056.

d p.g	p.f.	a	b	c	d_1	e	f	l	m	r
M5	-	12	3	3	4	12	12	18	6	6
M6	-	14	3,5	4	5	14	16	21	7	7
M8	M8x1	18	4,5	5	6	17	20	26	9	9
M10	M10x1,25	22	5	6	8	20	25	31	12	11
M12	M12x1,25	27	6,5	6,5	10	22,5	30	36	14	13,5
M16	M16x1,5	35	8,5	7	14	28	40	45,5	18	17,5
M20	M20x1,5	40	9	9	18	35	50	55	22	20
M24	M24x2	48	11	10	20	42	60	66	26	24

mater.: 5.6-5.8-8.8 o materiale non ferroso.
Es. des. Ø 6, mat. 5.6: M6 UNI 6056-5.6.



Tiranti a cerniera- Staffe d'attacco UNI 2413.

designaz. d	a	b	c	d_1	g	l	r	s	z
4	9	8	13	3,2	7	35	6	1	2
5	11	9	14	4,3	8	40	7	1	2
6	13	10	16	5,3	10	48	9	1,5	3
8	15	12	21	6,4	13	60	11	2	4

Es. des. d=6: 6 UNI 2413 (indicare il mater.).

Bulloneria d'acciaio - Prescrizioni tecniche

— Tolleranze per elementi di fissaggio - Rif. UNI ISO 4759/1/2 —

*Viti e dadi con Ø di filett. da 1,5 a 150 mm di categ. A,B e C ***

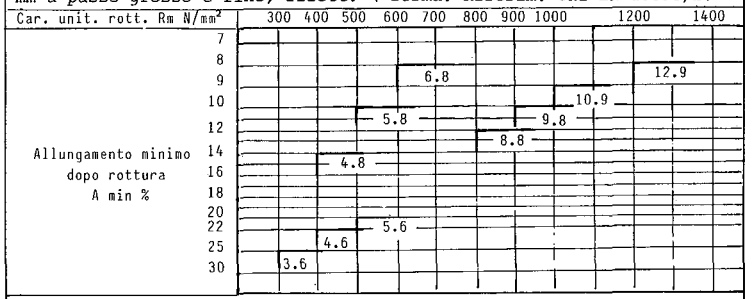
Viti e dadi con Ø di filettatura da 1 a 3 mm cat. F per mecc. fine

Caratteristica	Tolleranze per cat. A	B	C	Diametro di filet.	Tolleranza Ø int.(dadi)	est.(viti)
Grado di tolleranza parte liscia gambo e faccia d'appoggio	stretto	stretto	largo	≥ 1 a ≤ 1,4	5H	4h
Altre caratterist.	stretto	largo	largo	> 1,4 a ≤ 3	6H	6g
Filett. int. (dadi)	6H	6H	7H			
Filett. est. (viti)	6g	6g	8e			

** Qualità del prodotto: la cat. A é la più precisa, la cat. C la meno precisa.

— Sistema di coordinate per le classi di resistenza —

Viti e viti prigioniere - Classi di resistenza - Ø filett. d = 39 mm a passo grosso e fine, filett. metrica ISO prof. trian. UNI 4536 tolleranze (UNI 5541), qualsiasi forma. Riferim. UNI EN 20898/1.



- Relazione fra i carichi unitari di snervamento e di rottura -

Secondo numero del simbolo	6	8	9
Carico unit. di snerv. oppure di scostam. dalla proporz. Rp0,2 / Carico nominale unitario di rottura Rm x 100 %	60	80	90

(1) Vale unicamente per Ø nom. di filett. ≤ 16 mm.

- Analisi chimica degli acciai -

Classe di resistenza	Materiale e trattamento termico	Comp. chim. % C min	C max	P max	S max	Temp. rinv. °C min
3.6 *	Acciaio non legato	-	0,20	0,05	0,06	-
4.6-4.8 *		-	0,55	0,05	0,06	-
5.6		0,15	0,55	0,05	0,06	-
5.6-6.8 *		-	0,55	0,05	0,6	-
8.8 (2)	Acc. non leg. o legato(p.e. B o Mn o Cr)bonif.	0,15	0,40	0,035	0,035	425
	oppure acc. non legato bonificato	0,25	0,55			
9.8	Acc. non leg. o legato(p.e. B o Mn o Cr)bonif.	0,15	0,35	0,035	0,035	425
	oppure acc. non legato bonificato	0,25	0,55			
10.9 (3)	Acc. non leg. o legato(p.e. B o Mn o Cr)bonif.	0,15	0,35	0,035	0,035	340
10.9	Acc. non legato bonificato oppure	0,25	0,55	0,035	0,035	425
	Acc.non leg. o legato(p.e. B o Mn o Cr) bonif.	0,20				
	oppure legato bonif. (Cr o Ni o Mo o V)	0,20				
12.9	Acc. legato bonif. (Cr o Ni o Mo o V)	0,20	0,50	0,035	0,035	380

* Ammesso acc. autom. con S 0,34%,P 0,11% Pb 0,35%. (2) Per Ø > 20 mm é consigliabile usare la classe 10.9. (3) Simbolo della classe di resistenza sottolineato.

segue

segue: Bulloneria d'acciaio - Prescrizioni tecniche

Caratteristiche meccaniche		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	(1)8.8(2)	9.8°	10.9	12.9
Car. unit. rott. Rm N/mm²	nom	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200
	min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Durezza Vickers HV,F ≥ 98 N	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	max	250						320	335	360	380	435
Durezza Brinell HB,F=30 D	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	max	238						304	318	342	361	414
Durezza Rockwell HRB (HRC valori con •)	min	52	67	71	79	82	89	22•	23•	28•	32•	39•
	max	99,5						32•	34•	37•	39•	44•
Durezza superf., HV 0,3	max	non superiore di più di 30 punti HV alla durezza a cuore. Per il tipo 10.9 durezza non > di 390 HV.										
Carico unit. snervamento ReL N/mm²	nom	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	-
	min	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	-
Carico unit. scostam. dal proporzion. Rp0,2 N/mm²	nom	-						640	640	720	900	1080
	min	-						640	660	720	940	1100
Rapp. carico Sp/ReL o Sp/Rp0,2		0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
unitario di prova,Sp N/mm²		180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
Allungamento dopo rottura	min	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	9
Resistenza a trazione con appoggio a cuneo		Valori minimi per vite intera (prigionieri esclusi) inferiori ai valori minimi di Rm.										
Resilienza J	min	-			25	-		30	30	25	20	15
Tenacità della testa		Nessuna frattura										
Altezza min E nel filetto della zona decarburata								$\frac{1}{2}H_1$			$\frac{2}{3}H_1$	$\frac{3}{4}H_1$
Profond. max di decarb. G mm								0,015				

(1) d < 16 mm. (2) d > 16 mm. (°) Vale solo per Ø di filett. d ≤ 16 mm.

- DADI - Classi di resistenza - (da UNI EN 20898/2)

Classe resistenza pas.	dado	Viti accoppiate Classe res.	gamma	Dadi di filettatura Tipo 1	Tipo 2	Ø fil. passo grosso	Classe di resist	Carico di prova N/mm²	Durezza HV min	max	Dado sta-to	tipo
grosso	4	3.6-4.6-4.8	>M16	>M16	-	4	8	800	180	302	NQT	1
	5	3.6-4.6-4.8	≤M16	≤M39	-	>4÷16		855÷880	200	302	NQT	1
		5.6-5.8	≤M39			>16÷39		920	233	353	QT	1
	6	6.8	≤M39	≤M39	-	>16÷39		890	180	302	NQT	2
	8	8.8	≤M39	≤M39	>M16 ≤M39	4	9	900	170	302	NQT	2
						>4÷39		915÷920	188	302	NQT	2
	9	9.8	≤M16	-	≤M16	4÷39	10	1040÷1060	272	353	QT	1
	10	10.9	≤M39	≤M39	-	4÷16	12	1140÷1170	295	353	QT	1
	12	12.9	≤M39	≤M16	≤M39	4÷39		1150-1200	272	353	QT	2
fine	6	≤6.8	≤M39	≤M39	-							
	8	8.8	≤M39	≤M39	≤M16							
	10	10.9	≤M39	≤M16	≤M39							
	12	12.9	≤M16	-	≤M16							

- Caratteristiche meccaniche -

Ø fil. passo grosso	Classe di resist	Carico di prova N/mm²	Durezza HV min	max	Dado sta-to	tipo
4÷39	04	380	188	302	NQT	basso
4÷39	05	500	272	353	QT	basso
>16÷39	4	500	117	302	NQT	1
4÷16 >16÷39	5	520-610 630	130 146	302	NQT	1
4÷16 >16÷39	6	600-700 630	150 146	302	NQT	1

Ø fil. passo fine	Classe di resist	Carico di prova N/mm²	Durezza HV min	max	Dado sta-to	tipo
≥8÷39	04	380	188	302	NQT	sott.
≥8÷39	05	500	272	353	QT	sott.
≥8÷16 >16÷39	6	770-780 870-930	188 233	302	NQT	1
≥8÷16 >16÷39	8	955 1030-1090	250 295	353	QT	1
≥8÷16		890	195	302	NQT	2
≥8÷16	10	1100-1110	295	353	QT	1
≥8÷16 >16÷39		1055 1080	250 260	353	QT	2
≥8÷16	12	1200	295	353	QT	2

NQT = non bonificato. QT = bonificato

segue

segue: Bulloneria di acc. e altri organi filett. - Prescriz. tecniche

Rivestimenti protettivi
(rif. UNI 3740/6)

Per ottenere un'azione protettiva oppure un contenimento della dispersione del coefficiente di attrito o una elevata conducibilità elettrica senza pregiudicare l'accoppiamento vite-dado e senza deteriorare le caratteristiche meccaniche del materiale di supporto.
I metalli da rivestimento più comunemente impiegati sono:
- Zinco (Zn) adatto per tutte le classi di resistenza.
- Rame (Cu) per impieghi particolari nell'elettrotecnica.
- Nichelio (Ni).
- Nichelio-Cromo (Ni-Cr).
- Rame-Nichelio-Cromo (Cu-Ni-Cr).
- Stagno (Sn).
- Argento (Ag) e Rame-Argento (Cu-Ag) per impieghi specifici nell'elettronica e per le alte temperature.

Rivestim. elettrolitici di zinco

Vengono applicati alla bulloneria allo scopo di migliorare le caratteristiche anticorrosive della superficie dell'acciaio.
Salvo diverso accordo, sono cromatati.
La resistenza alla corrosione, in funzione del tipo di rivestimento é indicato nel prospetto 2.
Spessori: 3*,5,8,10*,12,15*,20 µm (vedi prospetto 1). (*) usare solo per eccezione.
Posiz. toller. viti: 6g, 6f, 6e.
dadi: H e G (spess. ≤ 12 um), G (spess. > 12 µm).
Sistema di designazione:
Fe/Zn: metallo base/zinco.
c: rivestimento di conversione a base di cromati.
1 e 2: classi di rivest. (Pr. 2).
A,C,D,N: tipo di rivest. (Pr. 2).
Esempio: Fe/Zn 8 c 2C.

Rivestimenti chimici fosfatici

Fosfatazione antiruggine allo zinco o zinco-ferro (FAR) poroso e fortemente aderente al metallo base, costituisce un supporto protettivo e assorbente per successiva impregnazione con sostanze oleose (olio, grassi, cere, ecc.)
-Fosfatazione antigrippaggio al manganese (FAG) per superfici soggette a scorrimento reciproco.
Minore resist. alla corrosione e non raccomandato per bulloneria ad alta resistenza, per problemi di fragilizzazione.
Spessori: 3 µm (zinco), 5 ÷ 11 µm (zinco-ferro) 7÷15 (zinco-mang.).
Posiz. toller. viti: g. dadi: H.
Esempi di designazione:
Fe/FAR Zn 3 (fosfat. Zn).
Fe/FAR Zn 6 (fosfat. Zn-FE).
Fe/FAG Mn 7 (fosfat. Mg-Fe).

Rivestimenti chimici a base di metalli e di leganti organici.

Elevata resist. alla corrosione, raccomandato per bulloneria con Rm ≥ di 1040 N/mm² perché non causa infragilimento da idrogeno.
Fe/AC: base metalli cromati e leganti organici polimerici.
Fe/ACL: anticorrosivo chimico lubrificante, base c. s. ma con presenza di un polimero fluoro carbonico.
Spessori: min 5 µm (classe ord.) min 8 µm (classe straordinaria).
Posizione toller. viti: g, f.
dadi: G.
Esempi di designazione:
Fe/AC 5 , Fe/ACL 5 (classe ord.).
Fe/AC 8 , Fe/ACL 8 (classe str.).

Rivestimenti metallici depositati meccanicamente

La deposizione meccanica non infragilisce i particolari di acciaio ad alta resist. Rivestimento protettivo di zinco, stagno, alluminio, singolarmente o in combinazione, secondo l'ordine indicato nella designazione, per bulloneria ad alta resistenza con Rm ≥ 1040 N/mm². Indicato per ambienti solforosi o in sostituzione della zincatura a caldo.
Spessori: (per uno o più strati) 8 ÷ 20 µm (Prosp. 1) per spessori superiori: 25,30,40,50,60,70,80µm
Posiz. toller. (spess. 8÷20)viti: g, f, e. dadi: G. (spess. 25÷30), viti: a. dadi: H.
Sistema di designazione:
Fe/M metallo base/rivest. metall.

segue

segue: Bulloneria di acc. e altri organi filett. - Prescriz. tecniche

1 e 2: classi di rivest.(Prosp.2)
A, C: tipo di rivestim. (Prosp.2)
(spess. 8÷20 µm). Esempio des.:
Fe/M Zn 8 c 1A.
Fe/M Zn 5 Sn 3 c 2C.
Fe/M Sn 3 Zn 7 c 1A.
(spess. di 20 µm):
Fe/M Zn 25 ; Fe/M Zn 25 c 1A.

Rivestimenti di zinco per immersione a caldo

Di regola su viti di acciaio con classe di resistenza ≤ 10.9 e relativi dadi con classe di resistenza ≤ 10 aventi diametro nominale da 10 a 39 mm, di passo grosso. Sono raccomandati per bulloneria impiegata in ambienti ad alto tasso di corrosione.
Salvo diversi accordi, il rivestimento viene fornito di classe ordinaria.
Spessori: medio 53 µm, singolo 43 µm (classe ordinaria), medio 57 µm, singolo 51 µm (classe straordinaria).
Posizione tolleran. viti: a (grado di precisione 6 categoria A e B, di precisione 8 categoria C).
Dadi (di regola del tipo alto): H (toller. 6H o 7H per accoppiamento con viti di categ. A,B o C).
Filettatura eseguita dopo zincatura o ripassatura del filetto.
Sistema di designazione:
Fe/Zn: metallo base/zinco.
C: classe ordinaria.
Cs: classe straordinaria.
Esempi: Fe/Zn C ; Fe/Zn Cs.

- Prospetto 1 -
-Spessore in µm dei rivest. elettrol. delle viti (pos. toll. g, f, e)
- Spessore in µm dei rivestimenti chimici a base di metalli e leganti organici e rivestimenti meccanici (pos. toll. g, f, e, G).

Passo	Pos.toll.g (1)			Posiz. toll. f			Posiz. toll. e			Posiz. toll. G		
mm	s.f.	s.a.	s.p.	s.f.	s.a.	s.p.	s.f.	s.a.	s.p.	s.f.	s.a.	s.p.
0,35	- 19	5		- 34	9		-	-	-	+ 19	5	
0,4	- 19	5		- 34	9		- 48	12	10	+ 19	5	
0,45	- 20	5	3	- 35	9		- 48	12		+ 20	5	3
0,5	- 20	5		- 36	9		- 50	13		+ 20	5	
0,6	- 22	5		- 36	9	8	- 53	13		+ 21	5	
0,7	- 22	6		- 38	10		- 56	14	12	+ 22	6	
0,75	- 22	6		- 38	10		- 56	14		+ 22	6	
0,8	- 24	6		- 38	10		- 60	15		+ 24	6	
1	- 26	6	5	- 40	10		- 60	15		+ 26	6	5
1,25	- 28	7		- 42	11		- 63	16		+ 28	7	
1,5	- 32	8		- 45	11	10	- 67	17		+ 32	8	
1,75	- 34	9	8	- 48	12		- 71	18	15	+ 34	9	8
2	- 38	10		- 52	13	12	- 71	19		+ 38	10	
2,5	- 42	11	10	- 58	14		- 80	20		+ 42	11	10
3	- 48	12		- 63	16		- 85	21		+ 48	12	
3,5	- 53	13	12	- 70	18	15	- 90	23	20	+ 53	13	12
4	- 60	15		- 75	19		- 95	24		+ 60	15	

(1) s.f. = scostamento fondamentale. s.a. = spessore max ammesso.
s.p. = spessore nominale presrivibile.

- Prospetto 2 -
-Resistenza alla corrosione dei rivestimenti elettrolitici.
-Resistenza alla corros. dei riv. metall. depositati meccanicamente.

Designazione	Aspetto caratteristico	h (2)	(2) Tempo in ore senza comparsa di prodotti di corrosione bianchi sulla superficie. Quelli rossi, aumentano col progredire degli spessori di rivestimento (viti e dadi).
Fe/Zn 5 c 1A	Trasparente chiaro	6	
Fe/Zn 5 c 2C	Giallo iridescente	72	
Fe/Zn 5 c 2D	Verde oliva	96	
Fe/Zn 5 c N	Nero	24	

Il rivest. elettr. di cadmio é stato abolito per ragioni ecologiche.

Caratteristiche meccaniche per viti senza testa

(da UNI 7323/10)
Viti senza testa e altri particolari non soggetti a trazione, aventi: Ø d non > di 24 mm, filettat. metrica ISO, materiale acciaio legato e non. Non si applica a viti con resistenza: a traz. specificata, alla corrosione e al calore (>300°C), tenac. a freddo(<50°C). Viti senza testa di acciaio ad alta velocità non possono essere impiegate a temperatura > di 250°C.

Caratteristica meccanica		Classe di resistenza 14H	22H	33H	45H*
Durezza Vickers HV F ≥ 98 N	min	140	220	330	450
	max	220	300	440	560
Durezza Brinell HB F = 30 D^2	min	133	209	314	428
	max	209	285	418	532
Durezza Rockwell HRB	min	75	95	-	-
	max	95	-	-	-
Durezza Rockwell HRC	min	-	-	33	45
	max	-	30	44	53
Durezza superficiale HV0,3	max	-	320	450	580
Altezza min E nel fil. della zona non dec.		-	$2/3h_3$	$3/4h_3$	$4/5h$
Profondità max G della decarburaz. totale	mm	-	0,015	0,015	•

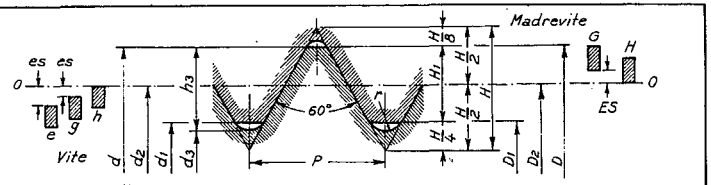
* Riservata alle viti con esagono incassato (per questa classe non é ammessa cementaz. o indurimento superficiale)Le altre classi e in particolare la 33H sono riservate a viti senza testa con intaglio.
• Per la classe di resistenza 45H non é ammessa una decarb. totale.

Caratt. mecc. viti, dadi e viti prig. di metallo non ferroso

(da UNI EN 28839 -
Viti, dadi e prigionieri aventi: Ø d 1,6÷39, filett. metrica ISO, materiale rame e sue leghe o alluminio e sue leghe. Non si applica ai materiali resistenti alla corrosione o elettroconducenti. Dopo le prove di trazione e di torsione, devono possedere le caratteristiche meccaniche in tabella.
Alla desig. aggiungere il Simbolo
Esempio: Vite 5x10 UNI 6107 CU1.

Materiale Simbolo	Designazione	Diametro nominale filettatura	Car.rott. Rm min. N/mm²	Car.scost. Rp0,2 min N/mm²	Allungam. A min %
CU1	Cu-ETP o Cu-FRHC	d ≤ M39	240	180	14
CU2	CuZn37	d ≤ M6	440	340	11
		M6 < d ≤ M39	370	250	19
CU3	CuZn39Pb3	d ≤ M6	440	340	11
		M6 < d ≤ M39	370	250	19
CU4	CuSn6	d ≤ M12	470	340	22
		M12 < d ≤ M39	400	200	33
CU5	CuNi1Si	d ≤ M39	590	540	12
CU6	CuZn40Mn1Pb	M6 < d ≤ M39	440	180	18
CU7	CuAl10Ni5Fe4	M12 < d ≤ M39	640	270	15
AL1	AlMg3	d ≤ M10	270	230	3
		M10 < d ≤ M20	250	180	4
AL2	AlMg5	d ≤ M14	310	205	6
		M14 < d ≤ M36	280	200	6
AL3	AlSi1MgMn	d ≤ M6	320	250	7
		M6 < d ≤ M39	310	260	10
AL4	AlCu4MgSi	d ≤ M10	420	290	6
		M10 < d ≤ M39	380	260	10
AL5	AlZnMgCu0,5	d ≤ M39	460	380	7
AL6	AlZn5,5MgCu	d ≤ M39	510	440	7

Filettature ISO a profilo triangolare



- Fig. 1 - Profilo d'esecuzione e posizione delle tolleranze.

$H = 0,86603P$; $H_1 = 0,54127P$; $h_3 = 0,61343P$; $d_1 = D_1 = d - 1,08253P$; $d_2 = D_2 = d - 0,64952P$; $d_3 = d - 1,22687P$
$r = 0,14434P$; Sn (1) = $0,785398 d_3^2$
Sr (2) = $0,785398 [(d_2+d_3) : 2]^2$.
(1) Sn = sezione di nocciolo: d_3^2 arrotond. al 6° decimale.
(2) Sr = sezione resistente: valori di calcolo arrotondati al 4° decimale.

Valori di tutte le formule arrot. al 3° decim. Fondo filetti(madrevite)arrotondati e scaricati al disopra di D, (vite) al disotto di d_1. Per viti sollecitate ad urti o fatica oppure con resistenza minima prescritta di 800 N mm², raccordo con r minimo = = 0,108 P.

-Dati di progetto-	Tab.	-Esempio vite-	-Esempio madrevite-
a) Ø est. nom. e P	2	80 x 3	80 x 3
b) lungh. di avvit.	5	70 mm (gruppo L)	46 mm (gruppo L)
c) Qual. di lavor.	3	media	media
d) Campo di toller.	3	7g 6g (gruppo 2)	7H (gruppo 2)
e) Event. rivestim.	3	Cadm.F.C8II sp.0,008	-
Contr. spess. riv.	3	48µ(Tab.4)48:4=0,012	-
-Dati di calcolo-	Tab.		
f) Ø medio d_2, D_2	1	d_2=80-1,94856=78,051	D_2=80-1,94856=78,051
g) Ø int. d_1, D_1	1	d_1=80-3,24759=76,752	D_1=80-3,24759=76,752
h) raggio smuss. r	1	r=0,14434x3 = 0,43302	-
i) Ø di nocciolo d_3	1	d_3=80-3,68061=76,319	-
l) Scost.fond.es,Es	4	es=48 µm (posiz. g)	-
m) Toll. Td, TD_1	4	Td=375 µm (qualità6)	TD_1=630 µm (qual. 7)
Toll. Td_2, TD_2	5	Td_2=265µm(qualità 7)	TD_2=355µm(qualità 7)
n) Valori 36P e 72P	4	36P=108µm, 72P=216µm	-

- Diametri limite vite (Tab. 6) -
d max = 80 - 0,048 = 79,952
d min = 80-(0,048+0,375) = 79,577
d_2 max = 78,051 - 0,048 = 78,099
$d_2$min=78,051-(0,048+0,265)=77,738
d_1 max = 76,319 - 0,048 = 76,704
$d_3$max=76,319+(0,108-0,048)=76,379
d_3 min = 76,319 - (0,048 + 0,265+ + 0,216) = 75,79.
-Desig. M80 x 3-7g 6g-F.Cd 8II-.

- Diam. limite madrevite (Tab.6)-
D max non vincolato
D min = D = 80
D_2 max = 78,051 + 0,355 = 78,406
D_2 min = D_2 = 78,051
D_1 max = 76,752 + 0,630 = 77,382
-
D_1 min = D_1 = 76,752

- Designazione M 80 x 3 - 7H.

Serie diametri e passi - (Premessa alla tabella 2).
Preferire i diametri di colonna 1 Solo in caso di necessità, quelli di colonna 2, possibilmente da evitare i diametri di colonna 3. Preferire il passo grosso, quindi il passo fine più grande. Scegliere eventualmente i passi più fine tra questi valori: 3 - 2 - 1,5 - 1 - 0,5 - 0,35. A passo più fine corrispondono maggiori difficoltà di esecuzione per quanto riguarda le tolleranze.

segue

segue: Filettature ISO a profilo triangolare

Tabella 2 - Scelta di diametri e passi

Diam. nom. d=D colonna 1	2	3	Passo grosso P	Passo fine P 0,35	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	Diam. nom. d=D colonna 1	2	3	Passo grosso P	Passo fine P 1	1,5	2	3	4	6	Diam. nom. d=D colonna 1	2	3	Passo fine P 2	3	4	6
1,6	1,8	-	0,35								-	-	28	-		x	x				140	120	-		x	x	x
2	-	-	0,4								30	-	-	3,5		x	x	x			-	130	-		x	x	x
-	2,2	-	0,45								-	-	32	-			x	x			-	150	-		x	x	x
2,5	-	-	0,45	x							-	33	-	3,5			x	x	x		160	170	155			x	x
3	-	-	0,5	x							-	-	35	-			•				180	190	165			x	x
-	3,5	-	0,6	x							36	39	-	4			x	x	x		200	210	175			x	x
4	-	-	0,7		x						-	-	40	-			x	x	x		220	240	185			x	x
-	4,5	-	0,75		x						42	45	-	4,5			x	x	x	x	250	-	195			x	x
5	-	-	0,8		x						48	-	-	5			x	x	x	x	-	-	205			x	x
-	5,5	-	-		x						-	-	50	-			x	x	x		-	-	215			x	x
6	-	7	1			x					-	52	-	5			x	x	x	x	-	-	225			x	x
8	-	9	1,25			x	x				-	-	55	-			x	x	x	x	-	-	230			x	x
10	-	-	1,5			x	x	x			56	60	-	5,5			x	x	x	x	-	-	235			x	x
-	11	-	1,5			x	x				-	-	58	-			x	x	x	x	-	-	245			x	x
12	-	-	1,75				x	x	x		-	-	62	-			x	x	x	x	280	260	255				x
-	14	-	2				x	*	x		64	68	-	6			x	x	x	x	-	300	265				x
-	-	15	-				x		x		-	-	65	-			x	x	x	x	-	-	270				x
16	-	-	2				x		x		72	76	70	-			x	x	x	x	x	-	-	275			x
-	-	17	-				x		x		80	-	75	-			x	x	x	x	x	-	-	285			x
-	18	-	2,5				x		x	x	90	85	135	-				x	x	x	x	-	-	290			x
20	22	-	2,5				x		x	x	100	95	145	-				x	x	x	x	-	-	295			x
24	27	-	3				x		x	x	110	105	-	-				x	x	x	x	-	-	-			
-	-	25	-				x		x	x	125	115	-	-				x	x	x	x	-	-	-			

* solo per candele d'accenzione. • solo per ghiere di cuscinetti volventi.

- Esempi di designazione -

a) Filettatura esterna (vite) passo grosso M10, toll. 5g (Ø medio) 6g (Ø esterno):

M10 - 5g 6g

b) Filettatura esterna (vite) passo grosso M10, toll. 6g (Ø medio e Ø esterno):

M10 - 6g

c) Accoppiamento madrevite-vite passo grosso M10, toll. 6H (Ø medio e Ø di nocciolo-madrevite) 6g (Ø medio e Ø esterno vite):

M10 - 6H/6g

d) Filettatura per vite con R 800 N mm sollecitata ad urto o a fatica, avente r = 0,135 (raggio minimo del raccordo sul Ø di nocciolo):

M10 - 6g (r = 0,135)

-Sistema di tolleranza per accoppiamenti mobili -

(Premessa alla tabella 3)

- Lunghezze di avvitamento - Sono divise in tre gruppi: S (corte) N (normali) L (lunghe).

- Campi di toller. raccomandati -

- Qualità di lavorazione:

Precisa: Solo quando é tollerato un piccolo gioco.

Media: Di impiego generale e per bulloneria di categoria A.

Grossolana: Bulloneria cat. C, lavorazioni difficoltose su barre laminate, fori ciechi profondi.

- Posizione dei campi di toller.-

Posiz. h: Per ottenere minimo gioco radiale, toll. qualità precisa viti senza rivestimento.

Posiz. g: Applicazioni correnti di facile avvitamento, viti con protezione galvanica.

Posiz. e: Uso eccezionale, viti con protezione galvanica di grosso spessore.

Posiz. H: Applicazioni correnti.

Posiz. G: Uso eccezionale, protezione galvanica grosso spessore.

segue

segue: Filettature ISO a profilo triangolare

- Tabella 3 - Campi di tolleranza raccomandati.

(I valori espressi fra parentesi non sono raccomandati)

Campi di tolleranza per filettature	Filettatura	Lunghezze di avvitamento: S (corte) Qualità prec.	S (corte) media	S (corte) gross.	N (normali) Qualità prec.	N (normali) media	N (normali) gross.	L (lunghe) Qualità prec.	L (lunghe) media	L (lunghe) gross.
1) Senza rivestimento	Vite	3h 4h	(5h 6h) 5g 6g	-	4h (4g)	(6h) 6g	8g	5h 4h	(7h 6h) 7g 6g	9g 8g
	Madrev.	4H	5H	-	4H 5H	6H	7H	6H	7H	8H
2) Fosfatate o con rivest. galvanico (•)	Vite	-	5g 6g	-	(4g)	6g	8g	5h 4h*	7g 6g	9g 8g
	Madrev.	-	5H*	-	4H 5H*	6H*	7H*	6H*	7H*	8H*
3) Rivestim. galvanico grosso spess.	Vite	-	5g 6g	-	(4e)	(6e)	(8e)	-	7e 6e	(9e 8e)
	Madrev.	-	(5G)	-	(4G 5G)	6G)	(7G)	-	(7G)	(8G)

(•) Questi valori sono validi se lo spessore di rivestimento é minore di circa 1/4 dello scostamento fondamentale di g.
Se é maggiore utilizzare i valori del gruppo 3 (rivestimento galvanico di grosso spessore.
(*) Nella lavorazione meccanica non si deve utilizzare la tolleranza fino al limite massimo, per le viti e al limite minimo, per le madreviti.

- Tab. 4 - Scostamenti fondamentali es, ES (in µm)

Tolleranze Td della vite e TD della madrevite (in µm)

Valori di 36P e di 72P (in µm)

Passo P (mm)	es e	es g	es h	ES G	ES H	Td 4	Td 6	Td 8	TD 4	TD 5	TD 6	TD 7	TD 8	Valori 36P	Valori 72P
0,35	-	19	0	19	0	53	85	-	63	80	100	-	-	13	25
0,4	-	19	0	19	0	60	95	-	71	80	112	-	-	14	29
0,45	-	20	0	20	0	63	100	-	80	100	125	-	-	16	32
0,5	50	20	0	20	0	67	106	-	90	112	140	180	-	18	36
0,6	53	21	0	21	0	80	125	-	100	125	160	200	-	22	43
0,7	56	22	0	22	0	90	140	-	112	140	180	224	-	25	50
0,75	56	22	0	22	0	90	140	-	118	150	190	236	-	27	54
0,8	60	24	0	24	0	95	150	236	125	160	200	250	315	29	58
1	60	26	0	26	0	112	180	280	150	190	236	300	375	36	72
1,25	63	28	0	28	0	132	212	335	170	212	265	355	425	45	90
1,5	67	32	0	32	0	150	236	375	190	236	300	375	475	54	108
1,75	71	34	0	34	0	170	265	425	212	265	335	425	530	63	126
2	71	38	0	38	0	180	280	450	236	300	375	475	600	72	144
2,5	80	42	0	42	0	212	335	530	280	355	450	560	710	90	180
3	85	48	0	48	0	236	375	600	315	400	500	630	800	108	216
3,5	90	53	0	53	0	265	425	670	355	450	560	710	900	126	252
4	95	60	0	60	0	300	475	750	375	475	600	750	950	144	288
4,5	100	63	0	63	0	315	500	800	425	530	670	850	1060	162	324
5	106	71	0	71	0	335	530	850	450	560	710	900	1120	180	360
5,5	112	75	0	75	0	355	560	900	475	600	750	950	1180	198	396
6	118	80	0	80	0	375	600	950	500	630	800	1000	1250	216	432

segue

segue: Filettature ISO a profilo triangolare

- Verifica filettature rivestite- Posizioni g, e, G: dimensioni limite valide per filettature prima del rivestimento.

Dopo il rivestimento, le dimensioni limite, non devono essere maggiori (vite) o minori (madrevite) delle dimensioni nominali.

Posizioni h, H: le dimensioni limite prescritte si intendono valide per le filettature, dopo il rivestimento.

- Tabella 5 -

Lunghezze di avvitamento, gruppi: S (corte) N (normali) L (lunghe)
Tolleranze Td_2 sul diametro medio della vite in um.
Tolleranze TD_2 sul diametro medio della madrevite in um.

Diametro nominale sopra	Diametro nominale fino	Passo P	Lunghezza avvitamento S fino	S sopra	N fino	N sopra	L	Tolleranze Td_2 della vite, Grado di precisione 3	4	5	6	7	8	9	Toll. TD_2 madrevite, Grado di precisione 4	5	6	7	8
1,5	2,8	0,35	0,8	0,8	2,6	2,6		32	40	50	63	80	–	–	53	67	85	–	–
		0,4	1	1	3	3		34	42	53	67	85	–	–	56	71	90	–	–
		0,45	1,2	1,2	3,7	3,7		36	45	56	71	90	–	–	60	75	95	–	–
2,8	5,6	0,35	1	1	3	3		34	42	53	67	85	–	–	56	71	90	–	–
		0,5	1,5	1,5	4,5	4,5		38	48	60	75	95	–	–	63	80	100	125	–
		0,6	1,7	1,7	5	5		42	53	67	85	106	–	–	71	90	112	140	–
		0,7	2	2	6	6		45	56	71	90	112	–	–	75	95	118	150	–
		0,75	2,2	2,2	6,7	6,7		45	56	71	90	112	–	–	75	95	118	150	–
		0,8	2,5	2,5	7,5	7,5		48	60	75	95	118	150	190	80	100	125	160	200
5,6	11,2	0,75	2,4	2,4	7,1	7,1		50	63	80	100	125	–	–	85	106	132	170	–
		1	3	3	9	9		56	71	90	112	140	180	224	95	118	150	190	236
		1,25	4	4	12	12		60	75	95	118	150	190	236	100	125	160	200	250
		1,5	5	5	15	15		67	85	106	132	170	212	265	112	140	180	224	280
11,2	22,4	1	3,8	3,8	11	11		60	75	95	118	150	190	236	100	125	160	200	250
		1,25	4,5	4,5	13	13		67	85	106	132	170	212	265	112	140	180	224	280
		1,5	5,6	5,6	16	16		71	90	112	140	180	224	280	118	150	190	236	300
		1,75	6	6	18	18		75	95	118	150	190	236	300	125	160	200	250	315
		2	8	8	24	24		80	100	125	160	200	250	315	132	170	212	265	335
		2,5	10	10	30	30		85	106	132	170	212	265	335	140	180	224	280	355
22,4	45	1	4	4	12	12		63	80	100	125	160	200	250	106	132	170	212	–
		1,5	6,3	6,3	19	19		75	95	118	150	190	236	300	125	160	200	250	315
		2	8,5	8,5	25	25		85	106	132	170	212	265	335	140	180	224	280	355
		3	12	12	36	36		100	125	160	200	250	315	400	170	212	265	335	425
		3,5	15	15	45	45		106	132	170	212	265	335	425	180	224	280	335	450
		4	18	18	53	53		112	140	180	224	280	355	450	190	236	300	375	475
		4,5	21	21	63	63		118	150	190	236	300	375	475	200	250	315	400	500
45	90	1,5	7,5	7,5	22	22		80	100	125	160	200	250	315	132	170	212	265	335
		2	9,5	9,5	28	28		90	112	140	180	224	280	355	150	190	236	300	375
		3	15	15	45	45		106	132	170	213	265	335	425	180	224	280	355	450
		4	19	19	56	56		118	150	190	236	300	375	475	200	250	315	400	500
		5	24	24	71	71		125	160	200	250	315	400	500	212	265	335	425	530
		5,5	28	28	85	85		132	170	212	265	335	425	530	224	280	355	450	560
		6	32	32	95	95		140	180	224	280	355	450	560	236	300	375	475	600
90	180	2	12	12	36	36		95	118	150	190	236	300	375	160	200	250	315	400
		3	18	18	53	53		112	140	180	224	280	355	450	190	236	300	375	475
		4	24	24	71	71		125	160	200	250	315	400	500	212	265	335	425	530
		6	36	36	106	106		150	190	236	300	375	475	600	250	315	400	500	630
180	300	3	20	20	60	60		125	160	200	250	315	400	500	212	265	335	425	530
		4	26	26	80	80		140	180	224	280	355	450	560	236	300	375	475	600
		6	40	40	118	118		160	200	250	315	400	500	630	265	335	425	530	670

segue

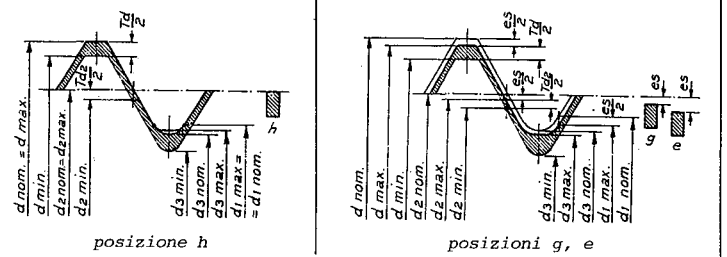
segue: Filettature ISO a profilo triangolare

Tabella 6 - Formule per il calcolo dei diametri limite

Posiz.		diam. esterno	diametro medio	diametro interno
Vite	h	$d \begin{cases} max = d\ nom \\ min = d\ nom - \frac{Td}{1000} \end{cases}$	$d_2 \begin{cases} max = d_2\ nom \\ min = d_2\ nom - \frac{Td_2}{1000} \end{cases}$	$d_1\ max = d_1\ nom$ $d_3 \begin{cases} max^* = d_3\ nom + \frac{36P^\circ}{1000} \\ min^* = d_3\ nom - \frac{Td_2+72P^\bullet}{1000} \end{cases}$
	g e	$d \begin{cases} max = d\ nom - \frac{es}{1000} \\ min = d\ nom - \frac{es+Td}{1000} \end{cases}$	$d_2 \begin{cases} max = d_2\ nom - \frac{es}{1000} \\ min = d_2\ nom - \frac{es+td_2}{1000} \end{cases}$	$d_1\ max = d_1\ nom - \frac{es}{1000}$ $d_3 \begin{cases} max^* = d_3\ nom + \frac{36P^\bullet - es}{1000} \\ min^* = d_3\ nom - \frac{es+Td_2+72P^\bullet}{1000} \end{cases}$
Madrevite	H	$D \begin{cases} max = non\ vincolato. \\ min = D\ nom \end{cases}$	$D_2 \begin{cases} max = D_2\ nom + \frac{TD_2}{1000} \\ min = D_2\ nom \end{cases}$	$D_1 \begin{cases} max = D_1\ nom + \frac{TD_1}{1000} \\ min = D_1\ nom \end{cases}$
	G	$D \begin{cases} max = non\ vincolato. \\ min = D\ mom + \frac{ES}{1000} \end{cases}$	$D_2 \begin{cases} max = D_2\ nom + \frac{ES+TD_2}{1000} \\ min = D_2\ nom + \frac{ES}{1000} \end{cases}$	$D_1 \begin{cases} max = D_1\ nom + \frac{ES+TD_1}{1000} \\ min = D_1\ nom + \frac{ES}{1000} \end{cases}$

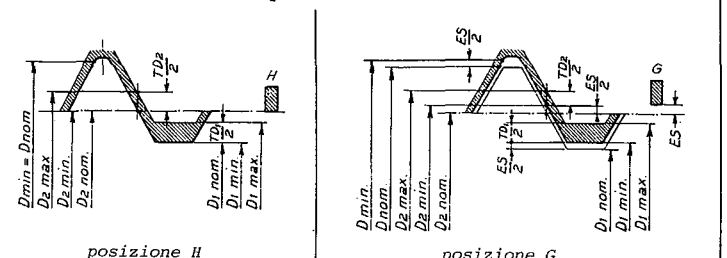
(*) Salvo diversa specifica, solo per viti alta res. (Cl. 8.8 e maggiori) (•) I valori risultanti di 36P e 72P sono espressi in µm.

Posizione dei campi di tolleranza delle viti



posizione h *posizioni g, e*

Posizione dei campi di tolleranza delle madreviti



posizione H *posizione G*

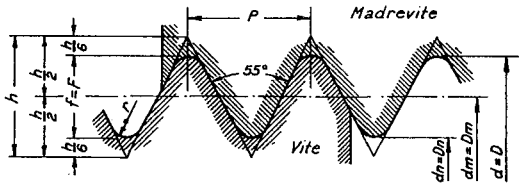
Filettat. metriche ISO a profilo triang. Comparazione dimens. massime

Ø nom. vite	passo	Ø medio	**Vite** (diametro minore) Gran Bret. BS 1095	Francia NF E03-104	Germania DIN 13	Italia UNI 4535	Svizzera VSM 12003
6	1	5,350	4,863	4,59	4,700	4,773	4,60
7	1	6,350	5,863	5,59	5,700	5,773	5,60
8	1,25	7,188	6,579	6,24	6,376	6,466	6,25
9	1,25	8,188	7,579	7,24	7,376	7,466	7,25
10	1,5	9,026	8,295	7,89	8,052	8,160	7,90
11	1,5	10,026	9,295	8,89	9,052	9,160	8,90
12	1,75	10,863	10,011	9,54	9,726	9,853	9,55
14	2	12,701	11,727	11,19	11,402	11,546	11,20
16	2	14,701	13,727	13,19	13,402	13,546	13,20
18	2,5	16,376	15,158	14,48	14,752	14,933	14,50
20	2,5	18,376	17,158	16,48	16,752	16,933	16,50
22	2,5	20,376	19,158	18,48	18,752	18,933	18,50
24	3	22,051	20,590	19,78	20,102	20,319	19,80
27	3	25,051	23,590	22,78	23,102	23,319	22,80
30	3,5	27,727	26,022	25,08	25,454	25,706	25,10
33	3,5	30,727	29,022	28,08	28,454	28,706	28,10
36	4	33,402	31,453	30,37	30,804	31,093	30,40
39	4	36,402	34,453	33,37	33,804	34,093	33,40
42	4,5	39,077	36,885	35,67	36,154	36,479	35,70
45	4,5	42,067	39,885	38,67	39,154	39,479	38,70
48	5	44,752	42,316	40,96	41,504	41,866	41,00
52	5	48,752	46,316	44,96	45,504	45,866	45,00
56	5,5	52,428	49,748	48,26	48,856	49,252	48,30
60	5,5	56,428	53,748	52,26	52,856	53,252	52,30

Ø nom. vite	passo	Ø medio	**Madrevite** (Ø maggiore) G.B.It. German.	Francia	Svizzera	**Madrevite** (Ø minore) German. Fr. Sv.	Gran Bretag.	Italia
6	1	5,350	6,000	6,108	6,100	4,700	4,863	4,917
7	1	6,350	7,000	7,108	7,100	5,700	5,863	5,917
8	1,25	7,188	8,000	8,135	8,124	6,376	6,579	6,647
9	1,25	8,188	9,000	9,135	9,124	7,376	7,579	7,647
10	1,5	9,026	10,000	10,162	10,150	8,052	8,295	8,376
11	1,5	10,026	11,000	11,162	11,150	9,052	9,295	9,376
12	1,75	10,863	12,000	12,189	12,174	9,726	10,011	10,106
14	2	12,701	14,000	14,216	14,200	11,402	11,727	11,835
16	2	14,701	16,000	16,216	16,200	13,402	13,727	13,835
18	2,5	16,376	18,000	18,270	18,250	14,752	15,158	15,294
20	2,5	18,376	20,000	20,270	20,250	16,752	17,158	17,294
22	2,5	20,376	22,000	22,270	22,250	18,752	19,158	19,294
24	3	22,051	24,000	24,324	24,300	20,102°	20,590	20,752
27	3	25,051	27,000	27,324	27,300	23,102°	23,590	23,752
30	3,5	27,727	30,000	30,378	30,350	25,454	26,022	26,211
33	3,5	30,727	33,000	33,378	33,350	28,454	29,022	29,211
36	4	33,402	36,000	36,432	36,400	30,804	31,453	31,670
39	4	36,402	39,000	39,432	39,400	33,804	34,453	34,670
42	4,5	39,077	42,000	42,486	42,450	36,154	36,885	37,129
45	4,5	42,077	45,000	45,486	45,450	39,154	39,885	40,129
48	5	44,752	48,000	48,540	48,500	41,504	42,316	42,587
52	5	48,752	52,000	52,540	52,500	45,504	46,316	46,587
56	5,5	52,428	56,000	56,594	56,550	48,856	49,784	50,046
60	5,5	56,428	60,000	60,594	60,550	52,856	53,748	54,046

°) Valgono per la Germania; Francia 20,002.23,002; Sv. 20,104.23,104

Filettature Whitworth (da UNI 2709) - Britsh Standard (da BSW-BSF)



$P = 25,4:Z$ (Z=N° filet. per poll)
$h = 0,96049\ P$
$f = 0,64033\ P$
$r = 0,13733\ P$

$d = D$ = misura nominale (1"=25,4)
$dn = Dn = D - 2f$
$dm = Dm = D - f$
Sez. del nocciolo= 0,785398 dn 2

Rif. UNI 2709 Designaz.	Z	Designaz.	Z	Rif. BSW Designaz.	Z	Designaz.	Z	Rif. BSF Designaz.	Z	Designaz.	Z
1/4	20	2 1/4	4	1/8	40•	1 1/2	6	3/16°	32	1 1/4	9
5/16	18	2 1/2	4	3/16	24	1 3/4	5	7/32	28	1 3/8	8•
3/8	16	2 5/8	4 •	1/4	20	2	4,5	1/4	26	1 1/2	8
7/16	14°	2 3/4	3 1/2	5/16	18	2 1/4	4	9/32	26°	1 5/8	8•
1/2	12	3	3 1/2	3/8	16	2 1/2	4	5/16	22	1 3/4	7
5/8	11	3 1/4	3 1/4	7/16	14	2 3/4	3,5	3/8	20	2	7
3/4	10	3 1/2	3 1/4	1/2	12	3	3,5	7/16	18	2 1/4	6
7/8	9	3 3/4	3	9/16	12•	3 1/4	3,25•	1/2	16	2 1/2	6
1	8	4	3	5/8	11	3 1/2	3,25	9/16	16	2 3/4	6
1 1/8	7	4 1/4	2 7/8•	11/16	11•	3 3/4	3 •	5/8	14	3	5
1 1/4	7	4 1/5	2 7/8	3/4	10	4	3	11/16	14°	3 1/4	5
1 3/8	6	4 3/4	2 3/4•	7/8	9	4 1/2	2,875	3/4	12	3 1/2	4,5
1 1/2	6	5	2 3/4	1	8	5	2,75	7/8	11	3 3/4	4,5
1 5/8	5	5 1/4	2 5/8•	1 1/8	7	5 1/2	2,625	1	10	4	4,5
1 3/4	5	5 1/2	2 5/8	1 1/4	7	6	2,5	1 1/8	9	4 1/4	4
1 7/8	4 1/2	5 3/4	2 1/2•								
2	4 1/2	6	2 1/2								

• usare solo per eccezione.
° l'uso della 2BA (Brit. St.) é consigliato

- Classi di toll. (BSW-BSF) Valori in poll. Dim. base BS 84:1956.
- Viti classe preciso - Applicabile alle viti filettate con toll. stretta, per lavori speciali, accurati e passi di filettature con particolari requisiti.
- Bulloni classe medio - Filettature con caratteristiche di buona intercambiabilità.

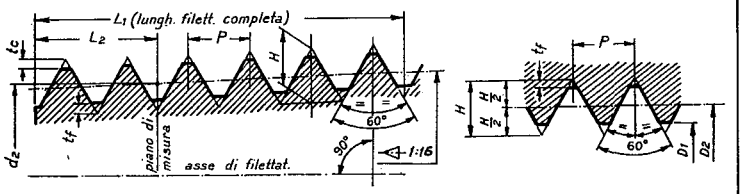
- Viti classe libero - Applicabile alla maggioranza delle viti di qualità commerciale ordinaria.
- Dadi classe normale - Dadi di qualità commerciale ordinaria. Questa classe é intesa per uso con viti di classe medio e libero Tolleranze, in + per i dadi, in - per le viti. $T = 0,002\sqrt[3]{D} + 0,003\sqrt{L} + 0,005\sqrt{P}$.

Tolleranze	classe	diam. esterno D	diam. medio dm	diam. interno dn
Vite	preciso	$2/3T + 0,01\sqrt{P}$	$2/3T$	$2/3T + 0,013\sqrt{P}$
	medio	$T + 0,01\sqrt{P}$	T	$T + 0,02\sqrt{P}$
	libero	$3/2T + 0,01\sqrt{P}$	$3:2T$	$3:2T + 0,02\sqrt{P}$
Madrevite	preciso	-	$2/3T$	$0,2P + 0,004$ (1)
	medio	-	T	$0,2P + 0,005$ (2)
	libero	-	$3/2T$	$0,2P + 0,007$ (3)

L = lunghezza di avvitamento.
(1) Per 25 fil. per poll. e oltre
(2) Per 24 e 22 fil. per pollice.
(3) Per 20 fil. per poll. e meno.
Esempio designaz. d = 38,100 mm: Filettatura UNI 2709 1 1/2 W.

Filettatura per accopp. cilindr. conici a tenuta stagna

Filettatura metrica esterna conica — *Fil. metr. int. cilindr.*



comuni		fil. esterna conica				filettatura interna cilindrica						
filett.	P	L_1 min	L_2	Ø medio d_2 max	Ø medio d_2 min	tf (M8) nom	tf (M8) scost.	D_2 * max	D_1 max	D_1 min	foro preparaz. Øpunta	foro preparaz. min. **
M 5x0,8	0,8	6	2	4,480	4,380	0,087	±0,025	4,605	4,150	4,050	4,1	4,082
M 6x1				5,350	5,238			5,500	4,900	4,770	4,8	4,782
M 8x1	1	7	2,5	7,350	7,238	0,108	±0,030	7,500	6,900	6,770	6,8	6,778
M 10x1				9,350	9,238			9,500	8,900	8,770	8,8	8,778
M 8x1,25				7,188	7,076			7,348	6,625	6,460	6,5	6,478
M10x1,25	1,25	8		9,188	9,076	0,135	±0,035	9,348	8,625	8,460	8,5	8,478
M12x1,25				11,188	11,076			11,348	10,625	10,460	10,5	10,478
M 10x1,5				9,026	8,866			9,206	8,320	8,155	8,2	8,178
M 12x1,5				11,026	10,866			11,216	10,350	10,155	10,2	10,173
M 14x1,5			3	13,026	12,866			13,216	12,350	12,155	12,2	12,173
M 16x1,5				15,026	14,866			15,216	14,350	14,155	14,2	14,173
M 18x1,5				17,026	16,866			17,216	16,350	16,155	16,2	16,173
M 20x1,5	1,5	11		19,026	18,866	0,162	±0,040	19,216	18,350	18,155	18,2	18,167
M 22x1,5				21,026	20,866			21,216	20,350	20,155	20,2	20,167
M 24x1,5				23,026	22,866			23,226	22,350	22,155	22,2	22,167
M 28x1,5				27,026	26,866			27,226	26,350	26,155	26,2	26,167
M 32x1,5				31,026	30,866			31,226	30,350	30,155	30,2	30,161
M 35x1,5		12	3,5	34,026	33,846			34,226	33,350	33,155	33,2	33,161
M 40x1,5				39,026	38,846			39,226	38,350	38,155	38,2	38,161

comune.	filettatura esterna conica					fil. int. cil.	
	tc (H/8)		tf (3/16H)		H	tf (H/8)	
passo P	nominale	scostam. limite	nominale	scostam. limite	0,866 P	nominale	scostam. limite
0,8	0,087	+0,026 0	0,130	+0,030 0	0,693	0,087	±0,025
1	0,108	+0,032 0	0,162	+0,038 0	0,866	0,108	±0,030
1,25	0,135	+0,040 0	0,203	+0,048 0	1,082	0,135	±0,035
1,5	0,162	+0,048 0	0,244	+0,057 0	1,299	0,162	±0,040

Queste due filettature metriche (esterna conica, interna cilindrica) sono state elaborate appositamente perché il loro accoppiamento, che non ammette alcun gioco, risulti a tenuta stagna di fluidi anche in pressione, senza l'aiuto di mastici o altro, in modo da evitare la via di fuga a spirale. La filettatura cilindrica é ottenibile con maschi di classe 2 di cui alla EN 22857: ISO 2857.

** D min = d max.*

*** Foro di preparazione, diametro max = D max.*

Esempi di designazione

esterna conica M18x1,5:

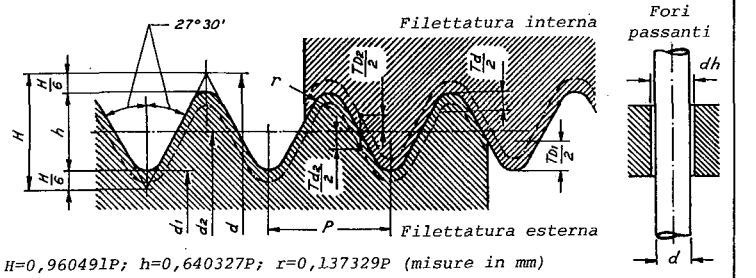
Filett. UNI 7707 M 18x1,5 conica.

interna M18x1,5:

Filettatura UNI 7707 M 18x1,5.

Filettature di tubazioni, accopp. non a tenuta - Fori passanti

Queste filettature (UNI-ISO 228) si applicano agli accoppiamenti meccanici dei pezzi di raccordo, di rubinetterie, di accessori, ecc Le filettature, interna e esterna sono cilindriche con profilo uguale alla filett. cil. UNI-ISO 7/1. Fori passanti (UNI 1728) per elementi di tubazioni o altro filettati secondo UNI-ISO 228. (vedere designazione e quote d e dh)



H=0,960491P; h=0,640327P; r=0,137329P (misure in mm)

Designazione	N° P x poll	Passo P	Prof. fil. h	Diametri di base est. d	Diametri di base medio d_2	Diametri di base nocc. d_1	Toll. amm. su d_2 (3) Td_2 (1)	Toll. amm. su d_2 (3) TD_2 (2) Clas.A	Toll. amm. su d_2 (3) TD_2 (2) Clas.B	Toll. su d TD_1 (1)	Toll. su d Td (2)	Fori pass. dh
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561	+0,107	-0,107	-0,214	+0,282	-0,214	8,75
1/8				9,728	9,147	8,566						10,75
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445	+0,125	-0,125	-0,250	+0,445	-0,250	14,75
3/8				16,662	15,806	14,950						18,25
1/2				20,955	19,793	18,631						23
5/8	14	1,814	1,162	22,911	21,749	20,587	+0,142	-0,142	-0,284	+0,541	-0,284	25
3/4				26,441	25,279	24,117						28,50
7/8				30,201	29,039	27,877						33,25
1				33,249	31,770	30,291						36
1 1/8				37,897	36,418	34,939						41
1 1/4				41,910	40,431	38,952	+0,180	-0,180	-0,360		-0,360	45
1 1/2				47,803	46,324	44,845						52
1 3/4				53,746	52,267	50,788						58
2				59,614	58,135	56,656						66
2 1/4				65,710	64,231	62,752						72
2 1/2	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226				+0,640		81
2 3/4				81,534	80,055	78,576						88
3				87,884	86,405	84,926						94
3 1/2				100,33	98,851	97,372	+0,217	-0,217	-0?434		-0,434	107
4				113,03	111,551	110,072						120
4 1/2				125,73	124,251	122,772						133
5				138,43	136,951	135,472						145
5 1/2				151,13	149,651	148,172						159
6				163,83	162,351	160,872						172

(1) Scostamento inferiore = 0.

(2) Scostamento superiore = 0.

(3) Per pezzi a pareti sottili le tolleranze si applicano al Ø d_2 del filetto; questo viene determinato come media aritmetica tra due Ø perpendicolari. La scelta tra le classi di tolleranza (Td_2) dipende dalle condizioni di impiego. Esempi di designazione della filettatura 1 1/2, interna:

Filettatura UNI-ISO 228 G 1 1/2 .

- esterna classe A:

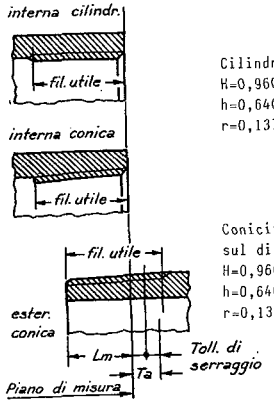
Filettat. UNI-ISO 228 G 1 1/2 A.

- esterna classe B:

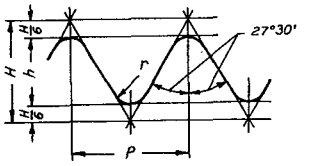
Filettat. UNI-ISO 228 G 1 1/2 B.

Filettature di tubazioni con accoppiamento a tenuta sul filetto

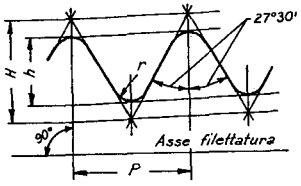
Queste filettature si applicano ai tubi filettati, ai loro raccordi e alle rubinetterie. La filettatura interna può essere cilindrica o conica, quella esterna é sempre conica. (da UNI-ISO 7/1)



Cilindrica
H=0,960491P
h=0,640327P
r=0,137329P



Conicità 1:16
sul diametro
H=0,960237P
h=0,640327P
r=0,137278P

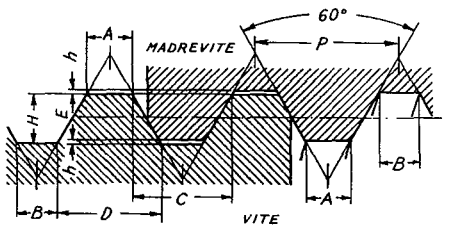


Designazione	N°P x pollice	Passo P	Prof. filet h	Ø nel piano di misura est. d	Ø nel piano di misura medio d_2	Ø nel piano di misura nocc. d_1	Lungh. misura Lm Lm(2) nom	Toll. T1/2 ≃	Toll. T1/2 N°P	Toll. T2/2 +e- (1) ≃	Toll. T2/2 +e- (1)	Toll. di accopp. Ta ≃	Toll. di accopp. Ta N°P
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561	4,0	0,9		1,1		2,5	
1/8				9,728	9,147	8,566	4,0	0,9		1,1		2,5	
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,455	6,0	1,3		1,7		3,7	
3/8				16,662	15,806	14,950	6,4	1,3		1,7		3,7	
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631	8,2	1,8	1	2,3	1 1/4	5,0	2 3/4
3/4				26,441	25,279	24,117	9,5	1,8		2,3		5,0	
1	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291	10,4	2,3		2,9		6,4	
1 1/4				41,910	40,431	38,952	12,7	2,3		2,9		6,4	
1 1/2				47,803	46,324	44,845	12,7	2,3		2,9		6,4	
2				59,614	58,135	56,656	15,9	2,3		2,9		7,5	3 1/4
2 1/2				75,184	73,705	72,226	17,5	3,5		3,5		9,2	4
3				87,884	86,405	84,926	20,6	3,5		3,5		9,2	4
4				113,030	111,551	110,072	25,4	3,5	1 1/2	3,5	1 1/2	10,4	4 1/2
5				138,430	136,951	135,472	28,6	3,5		3,5		11,5	5
6				163,830	162,351	160,872	28,6	3,5		3,5		11,5	5

(1) Posizione del piano di misura sulla filettatura interna. Per i raccordi a filettatura cilindrica calcolare le toll. sui diam. equivalenti a T 2/2 (1/16 sulla lunghezza di T2/2). (2) Lm max = Lm + + T 1/2 (mm). Lm min = Lm - T 1/2 (mm). Lunghezza della filettatura utile del tubo: nominale = Lm + Ta (mm), max = Lm max + Ta (mm). min = = Lm min + Ta (mm). Per filettatura utile si intende quella completa e quella avente fondi di filetto completi ma creste troncate al la loro intersezione con la superficie cilindrica del pezzo. La filettatura 1/16 é data per raccordo dei tubi con macchine od apparecchi; non é prevista per tubi di misura 1/16.

Esempi di designazione di una filettatura da 1 1/2,
- interna cilindrica:
Filettatura UNI-ISO 7/1 Rp 1 1/2.
- interna conica:
Filettatura UNI-ISO 7/1 Rc 1 1/2.
- esterna (sempre conica):
Filettatura UNI-ISO 7/1 R 1 1/2.

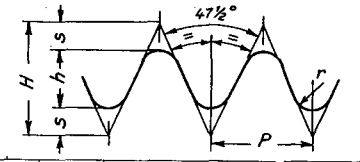
Filettatura Piltz



P = passo
$H = 0,3\ P$
$C = P - A$
$D = P - B$
$E = \frac{P}{3,75}$; $h = \frac{P}{30}$
$A = \frac{P}{2} - E\ tg\ 30°$
$B = \frac{P}{2} - (H+h)\ tg30°$

Passo P mm.	Dimensioni in mm A	B	C	D	E	H	h
0,25	0,087	0,077	0,163	0,173	0,066	0,075	0,008
0,50	0,173	0,154	0,327	0,346	0,133	0,150	0,016
0,75	0,259	0,231	0,491	0,519	0,200	0,225	0,025
1	0,346	0,308	0,654	0,692	0,266	0,300	0,033
1,25	0,433	0,385	0,817	0,865	0,333	0,375	0,041
1,5	0,520	0,461	0,980	1,040	0,400	0,450	0,050
1,75	0,606	0,538	1,144	1,210	0,466	0,525	0,058
2	0,692	0,615	1,308	1,385	0,533	0,600	0,066
2,5	0,865	0,771	1,635	1,730	0,666	0,750	0,080
3	1,038	0,923	1,962	2,077	0,800	0,900	0,100
3,5	1,211	1,077	2,289	2,423	0,933	1,050	0,116
4	1,384	1,230	2,616	2,769	1,066	1,200	0,133
5	1,730	1,538	3,270	3,462	1,333	1,500	0,166
6	2,076	1,846	3,924	4,154	1,600	1,800	0,200
7	2,423	2,155	4,577	4,848	1,866	2,100	0,233
8	2,768	2,461	5,232	5,539	2,133	2,400	0,266
9	3,114	2,768	5,886	6,232	2,400	2,700	0,300

Filettatura British Association (BA) British Standard 93:1951

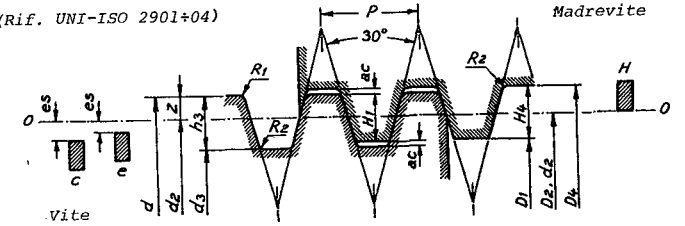


$H = 1,13634\ P$
$h = 0,60000\ P$
$r = 0,18083\ P$
$s = 0,26817\ P$

N°di des.	passo P	h	Ø vite e madrev. est.	medio	nocc.	N°di des.	passo P	h	Ø vite e madrev. est.	medio	nocc.
0	1,0000	0,600	6,00	5,400	4,80	13	0,2500	0,150	1,20	1,050	0,90
1	0,9000	0,540	5,30	4,760	4,22	14	0,2300	0,140	1,00	0,860	0,72
2	0,8100	0,485	4,70	4,215	3,73	15	0,2100	0,125	0,90	0,775	0,65
3	0,7300	0,440	4,10	3,660	3,22	16	0,1900	0,115	0,79	0,675	0,56
4	0,6600	0,395	3,60	3,205	2,81	17	0,1700	0,100	0,70	0,600	0,50
5	0,5900	0,355	3,20	2,845	2,49	18	0,1500	0,090	0,62	0,530	0,44
6	0,5300	0,320	2,80	2,480	2,16	19	0,1400	0,085	0,54	0,455	0,37
7	0,4800	0,290	2,50	2,210	1,92	20	0,1200	0,070	0,48	0,410	0,34
8	0,4300	0,260	2,20	1,940	1,68	21	0,1100	0,065	0,42	0,355	0,29
9	0,3900	0,235	1,90	1,655	1,43	22	0,1000	0,060	0,37	0,310	0,25
10	0,3500	0,210	1,70	1,490	1,28	23	0,0900	0,055	0,33	0,275	0,22
11	0,3100	0,185	1,50	1,315	1,13	24	0,0800	0,050	0,29	0,240	0,19
12	0,2800	0,170	1,30	1,130	0,96	25	0,0700	0,040	0,25	0,210	0,17

Filettature metriche trapezoidali ISO

(Rif. UNI-ISO 2901÷04)



- Fig. 1 - Profilo nominale e posizioni di toller. per il diam. medio

Tab. 1 - Formule per il calcolo delle dimensioni nominali

$H_1 = 0,5\ P$; $H_4 = h_3 = H_1 + ac$
$Z = 0,25P = H_1 : 2$; $D_1 = d - 2H_1 = d - P$
$D_4 = d + 2ac$; $d_3 = d - 2\ h_3$
$d_2 = D_2 = d - 2Z = d - 0,5\ P$

R_1 max $= 0,5$ ac
R_2 max $= ac$; Gioco di fondo ac:

P	1,5	2-5	6-12	14-44
ac	0,15	0,25	0,5	1

-Dati di progetto-	Tab.	-Esempio vite-	-Esempio madrevite-
a) Ø est. nom. e P	2	60 x 9	60 x 9
b) Lungh. di avvit.	7	100 mm (gruppo N)	45 mm (gruppo N)
c) Clas. di toller.	3	7e (media)	7H (media)
d) Qual. di toller.			
" Ø est. d, D_4	5	4 (diametro d)	-
" Ø med. d_2, D_2	5	7 (diametro d_2)	7 (diametro D_2)
" Ø int. d_3, D_1	5	7 (diametro d_3)	4 (diametro D_1)
-Dati di calcolo-	Tab.		
e) Ø medio d_2, D_2	1	$d_2 = 60 - 4,5 = 55,5$	$D_2 = 60 - 4,5 = 55,5$
f) Gioco di fondo ac	1	$ac = 0,5$	$ac = 0,5$
g) Alt. filet. h_3, H_4	1	$h_3 = 4,5 + 0,5 = 5$	$H_4 = 4,5 + 0,5 = 5$
h) Ø interno d_3, D_1	1	$d_3 = 60 - 10 = 50$	$D_1 = 60 - 9 = 51$
i) Ø esterno d, D_4	1	$d = d$ nom. $= 60$	$D_4 = 60 + 1 = 61$
l) Raggio sm. R_1 max	1	$R_1 = 0,5 : 2 = 0,25$	-
" " R_2 max	1	$R_2 = 0,5$	$R_2 = 0,5$
m) Toll. Ø est. Td	5	Td = 500 µm (qual.4)	-
" Ø med. Td_2, TD_2	7	$Td_2 = 425$ µm (qual.7)	$TD_2 = 560$ µm (qual.7)
" Ø int. Td_3, TD_1	7	$Td_3 = 671$ µm (7e)	$TD_1 = 670$ µm (qual.4)
n) Scostam. fondam. diam. med. d_2, D_2	6	es = - 140 µm (pos.e)	EI = 0 (posizione H)

- Diametri limite vite (Tab. 6) -

d max = d = 60
d min = 60 - 0,5 = 59,5
d_2 max = 55,5 - 0,14 = 55,36
d_2 min=55,5-(0,14+0,425) = 54,935
d_3 max = d_3 = 50
D_3 min = 50 - 0,671 = 49,329
Designazione: Tr 60x9 - 7e

- Diam. limite madrevite (Tab.6) -

D_4 max (non vincolato)
D_4 min = D_4 = 61
D_2 max = 55,5 + 0,56 = 56,06
D_2 min = D_2 = 55,5
D_1 max = 51 + 0,67 = 51,67
D_1 min = D_1 = 51
Designazione: Tr 60x9 - 7H

- Scelta dei diametri e dei passi -

(Premessa alla tabella numero 2) Preferire i diametri della colonna 1 poi, se necessario quelli in colonna 2. I diametri di colonna 3 sono da evitare nelle nuove costruzioni. Preferire i passi di colonna 2. se necessario un passo diverso da quelli in tabella, utilizzare uno dei passi associati al diametro vicino.

segue

segue: Filettature metriche trapezoidali ISO

- Tabella 2 - Combinazione diametro-passo.

Diametro nominale d colonna 1	2	3	Passo P colonna 1	2	3
8				1,5	
	9			2	1,5
10					
	11		3	2	
12					
	14			3	2
16					
	18			4	2
20					
	22				
24			8	5	3
	26				
28					
	30				
32			10	6	3
	34				
36					
	38				
40			10	7	3
	42				
44			12		
	46		12	8	3

Diametro nominale d colonna 1	2	3	Passo P colonna 1	2	3
48					
	50		12	8	3
52					
	55		14	9	3
60					
	65				
70			16	10	4
	75				
80					
	85				
90			18		
	95			12	4
100					
		105	20		
	110				
120					
		115	22		
		125			
	130			14	6
		135			
140			24		
		145			

Diametro nominale d colonna 1	2	3	Passo P colonna 1	2	3
	150				
		155	24		
160				16	6
		165	28		
	170				
		175			8
180			28		
		185			
	190		32	18	8
		195			
200					
	210				
220			36	20	8
	230				
240			36		8
	250		40	22	12
260					
	270		40		
280				24	12
	290		44		
300					

- Tolleranze raccomandate -

Le tolleranze sono riferite al profilo nominale. Esse non si applicano alle filettature con particolari esigenze di spostamento assiale, come per esempio le viti madre.

- Regole generali per la scelta della classe di qualità -

Media: di impiego generale. Grossolana: quando si presentano difficoltà di lavorazione. Se la lunghezza di filettatura non é conosciuta é raccomandato il gruppo di lunghezza N. Nelle filettature a più principi, le tolleranze sui diametri medi devono essere maggiorate, moltiplicandole per i fattori di tabella 4.

- Tab. 3 - Classi di tolleranza raccomandate per il diamet. medio

Classe di qualità		media	grossol.
Viti	N	7e	8c
	L	8e	9c
Madreviti	N	7H	8H
	L	8H	9H

- Tab. 4 - Fattori di moltiplicazione per filett. a più principi.

Numero dei filetti	Fattore di X
2	1,12
3	1,25
4	1,4
> di 4	1,6

- Esempi di designazione -

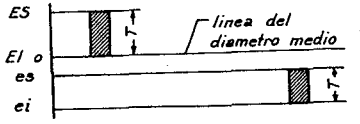
Designazione filettatura metrica ISO diam. d = 60, passo P = 9 mm:
ad un filetto, Tr 60 x 9.
ad un fil. sinistro, Tr 60 x 9 LH
a due filetti, Tr 60 x 18 (P9).
Madrevite ad un filetto, lunghezza N, qualità media:
Tr 60 x 9 - 7H.
Vite ad un filetto, lunghezza N, qualità media:
Tr 60 x 9 - 7e.
Accoppiamento filettato, lunghezza N, qualità media:
Tr 60 x 9 - 7H/7e.

segue

segue: Filettature metriche trapezoidali ISO

- Tab. 5 - Tolleranze Td e TD - Scostamenti fondamentali c, e, H. - Qualità e posizione delle tolleranze -

Passo P	Tolleranze diametri: ester. vite Td	Tolleranze diametri: inter. madrev. TD_1	Scost. fondam. diam. medio, Vite d_2: c es	Vite d_2: e es	Madr. D_2: H EI
	Qualità 4				
mm	µm	µm	µm		µm
1,5	150	190	-140	- 67	0
2	180	236	-150	- 71	0
3	236	315	-170	- 85	0
4	300	375	-190	- 95	0
5	335	450	-212	-106	0
6	375	500	-236	-118	0
7	425	560	-250	-125	0
8	450	630	-265	-132	0
9	500	670	-280	-140	0
10	530	710	-300	-150	0
12	600	800	-335	-170	0
14	670	900	-355	-180	0
16	710	1000	-375	-190	0
18	800	1120	-400	-200	0
20	850	1180	-425	-212	0
22	900	1250	-450	-224	0
24	950	1320	-475	-236	0
28	1060	1500	-500	-250	0
32	1120	1600	-530	-265	0
36	1250	1800	-560	-280	0
40	1320	1900	-600	-300	0
44	1400	2000	-630	-315	0



-Fig.2-Pos.toll.in relaz. linea 0

- Qualità di tolleranza -

Diam. int. madrevite	D_1	4		
" est. vite	d	4		
" med. madrevite	D_2	7	8	9
" med. vite	d_2	7	8	9
" int. vite	d_3	7	8	9

d_2 e D_3 hanno la stessa qualità di toll. I valori Td_3 e Td_2 non sono però gli stessi per uguale quant. perché $Td_3=1,25\ Td_2+|es|$.

-Posizione delle tolleranze-

Le posiz. delle toll. sono normalizzate per i diametri medi:

-Madrev.: H con scost. fondamentale nullo (fig. 3).

-Viti: c ed e sc.fond.neg.(fig.4)

La posiz. delle toll. D_1 e D_4 é sempre H. Quelle di d e d_3 é sempre h indipendentemente dalla posizione della toll. sul diametro medio d_2.

- Tab. 6 - Formule per il calcolo dei diametri limite.

		Diametro esterno	Diametro medio	Diametro interno
Vite	c e	$d=\begin{cases} max = d\ nom \\ min = d\ nom - \frac{Td}{1000} \end{cases}$	$d_2=\begin{cases} max = d_2\,nom - \frac{es}{1000} \\ min = d_2\,nom - \frac{es+Td_2}{1000} \end{cases}$	$d_3=\begin{cases} max = d_3\,nom \\ min = d_3\,nom - \frac{Td_3}{1000} \end{cases}$
Madrev.	H	$D_4=\begin{cases} max = non\ vincol. \\ min = D_4 nom \end{cases}$	$D_2=\begin{cases} max = D_2\,nom + \frac{TD_2}{1000} \\ min = D_2\,nom \end{cases}$	$D=\begin{cases} max = D_1\,nom + \frac{TD}{1000} \\ min = D_1\,nom \end{cases}$

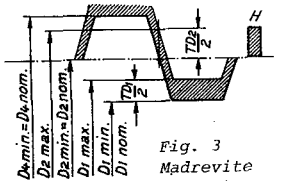


Fig. 3 Madrevite

Posiz.toll. H per il Ø medio

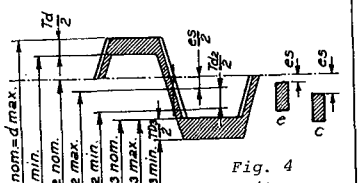


Fig. 4 Vite

Posiz. toll. e,c per il Ø medio

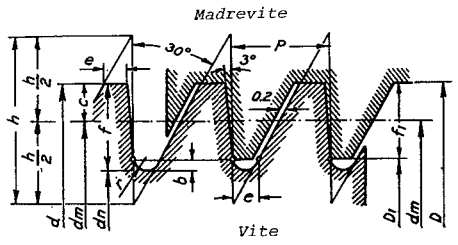
segue

segue: Filettature metriche trapezoidali ISO

- Tab. 7 - Lunghezze di avvitamento. Tolleranze sui diametri.

Diametro esterno d: ≥	fino a	Passo P	Lunghezza di avvitam. gruppi N: ≥	N: fino a	L: ≥	Toll. diam. interno vite Td_3 Posizione della tolleranza sul diametro medio C, Qualità di tolleranza: 7	C: 8	C: 9	e: 7	e: 8	e: 9	Tolleranze diam. medio madrevite TD_2, Qual. toll.: 7	8	9	Tolleranze diam. medio vite Td_2, Qual. toll.: 7	8	9
mm		mm	mm			µm			µm			µm			µm		
5,6	11,2	1,5	5	15	15	352	405	471	279	332	398	224	280	355	170	212	265
		2	6	19	19	388	445	525	309	366	446	250	315	400	190	236	300
		3	10	28	28	435	501	589	350	416	504	280	355	450	212	265	335
11,2	22,4	2	8	24	24	400	462	544	321	383	465	265	335	425	200	250	315
		3	11	32	32	450	520	614	365	435	529	300	375	475	224	280	355
		4	15	43	43	521	609	690	426	514	595	355	450	560	265	335	400
		5	18	53	53	562	656	775	456	550	669	375	475	600	280	355	450
		8	30	85	85	709	828	965	576	695	832	475	600	750	355	450	560
22,4	45	3	12	36	36	482	564	670	397	479	585	335	425	530	250	315	400
		5	21	63	63	587	681	806	481	575	700	400	500	630	300	375	475
		6	25	75	75	655	767	899	537	649	781	450	560	710	335	425	530
		7	30	85	85	694	813	950	569	688	825	475	600	750	355	450	560
		8	34	100	100	734	859	1015	601	726	882	500	630	800	375	475	600
		10	42	125	125	800	925	1087	650	775	937	530	670	850	400	500	630
		12	50	150	150	866	998	1223	691	823	1048	560	710	900	425	530	710
45	90	3	15	45	45	501	589	701	416	504	616	355	450	560	265	355	425
		4	19	56	56	565	659	784	470	564	689	400	500	630	300	375	475
		8	38	118	118	765	890	1052	632	757	919	530	670	850	400	500	630
		9	43	132	132	811	943	1118	671	803	978	560	710	900	425	530	670
		10	50	140	140	831	963	1138	681	813	988	560	710	900	425	530	670
		12	60	170	170	929	1085	1273	754	910	1098	630	800	1000	475	600	750
		14	67	200	200	970	1142	1355	805	967	1180	670	850	1060	500	630	800
		16	75	236	236	1038	1213	1438	853	1028	1253	710	900	1120	530	670	850
		18	85	265	265	1100	1288	1525	900	1088	1320	750	950	1180	560	710	900
90	180	4	24	71	71	584	690	815	489	595	720	425	530	670	315	400	500
		6	36	106	106	705	830	986	587	712	868	500	630	800	375	475	600
		8	45	132	132	796	928	1103	663	795	970	560	710	900	425	530	670
		12	67	200	200	960	1122	1335	785	947	1160	670	850	1060	500	630	800
		14	75	236	236	1018	1193	1418	843	1018	1243	710	900	1120	530	670	850
		16	90	265	265	1075	1263	1500	890	1078	1315	750	950	1180	560	710	900
		18	100	300	300	1150	1338	1588	950	1138	1388	800	1000	1250	600	750	950
		20	112	335	335	1175	1363	1613	962	1150	1400	800	1000	1250	600	750	950
		22	118	355	355	1232	1450	1700	1011	1224	1474	850	1060	1320	630	800	1000
		24	132	400	400	1313	1538	1800	1074	1299	1561	900	1120	1400	670	850	1060
		28	150	450	450	1388	1625	1900	1138	1375	1650	950	1180	1500	710	900	1120
180	355	8	50	150	150	828	965	1153	695	832	1020	600	750	950	450	560	710
		12	75	224	224	998	1173	1398	823	998	1223	710	900	1120	530	670	850
		18	112	335	335	1187	1400	1650	987	1200	1450	850	1060	1320	630	800	1000
		20	125	375	375	1263	1488	1750	1050	1275	1537	900	1120	1400	670	850	1060
		22	140	425	425	1288	1513	1775	1062	1287	1549	900	1120	1400	670	850	1060
		24	150	450	450	1363	1600	1875	1124	1361	1636	950	1180	1500	710	900	1120
		32	200	600	600	1530	1780	2092	1265	1515	1827	1060	1320	1700	800	1000	1250
		36	224	670	670	1623	1885	2210	1343	1605	1930	1120	1400	1800	850	1060	1320
		40	250	750	750	1663	1925	2250	1363	1625	1950	1120	1400	1800	850	1060	1320
		44	280	850	850	1755	2030	2380	1440	1715	2065	1250	1500	1900	900	1120	1400

Filettature a dente di sega

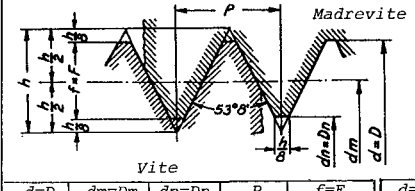


$h = 1{,}73205P$
$f_1 = 0{,}75P$
$b = 0{,}11777P$
$f = f_1 + b$
$c = 0{,}341P$
$e = 0{,}26384P$
$r = 0{,}12427P$
$d = D$ (Ø normale)
$D_1 = D - 2f_1$
$dn = d - 2f$
$dm = d - 2c$

Passo normale				Passo fine					
d=D	P	d=D	P	d=D	P	d=D	P	d=D	P
22°	5	85°	12	10	2	55°	3	190°	8
25	5	90	12	12	2	60	3	200	8
28°	5	95°	12	14	2	65°	4	220	8
30	6	100	12	16	2	70	4	250	12
32	6	110°	12	18	2	75°	4	280	12
35	6	120	14	20	2	80	4	300	12
38°	7	130°	14	22°	3	85°	4	320	12
40	7	140	14	25	3	90	4	350	12
42°	7	150°	16	28°	3	95°	4	380	12
45	8	160	16	30	3	100	4	400	12
48°	8	170°	16	32°	3	110°	4	420	18
50	8	180	18	35	3	120	6	450	18
55°	9	190°	18	38°	3	130°	6	480	18
60	9	200	18	40	3	140	6	500	18
65°	10	220	20	42°	3	150°	6	520	24
70	10	250	22	45	3	160	6	550	24
75°	10	280	25	48°	3	170°	6	580	24
80	10	300	26	50	3	180	8	600	24

Sez. nocciolo = $0{,}785398\ d_n^2$
Tolleranze su d e D H10/h9.
I filetti possono essere semplici o multipli (due, tre o più filetti) spirale destra o sinistra.
Esempio di designazione, diam. 80, filett. semplice, spirale destra, passo norm.:
Ø 80 Sg N UNI 127
a filetto multiplo, spirale sinistra, passo fine:
Ø 80 Sg F2 Fil.sin. UNI 128
° usare solo per eccezione.
Questa filettatura é usata per viti di manovra che hanno sollecitazioni prevalenti in una sola direzione.

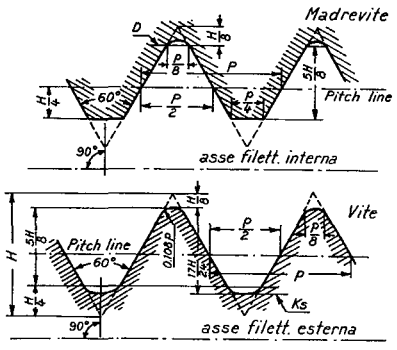
- Filettature Löwenherz -



Altezza del filetto = 0,75P
Filettatura ompiegata nella meccanica fine per strumenti di precisione, di misura e per apparecchi ottici.

d=D	dm=Dm	dn=Dn	P	f=F	d=D	dm=Dm	dn=Dn	P	f=F
1	0,812	0,625	0,25	0,187	4	3,475	2,95	0,7	0,525
1,2	1,012	0,825	0,25	0,187	4,5	3,937	3,375	0,75	0,562
1,4	1,175	0,95	0,3	0,225	5	4,400	3,8	0,8	0,600
1,7	1,437	1,175	0,35	0,262	5,5	4,825	4,15	0,9	0,675
2	1,700	1,4	0,4	0,300	6	5,520	4,5	1	0,750
2,3	2,000	1,7	0,4	0,300	7	6,175	5,35	1,1	0,825
2,6	2,262	1,925	0,45	0,337	8	7,100	6,2	1,2	0,900
3	2,625	2,25	0,5	0,375	9	8,025	7,05	1,3	0,975
3,5	3,050	2,6	0,6	0,450	10	8,950	7,9	1,4	1,050

Filettature American Standard Unified ASA B 1.1 - 1949



(H = height of sharp V thread = 0,86603xpitch)

n = numero filetti per pollice
D = diametro esterno teorico
Ks = diametro nocciolo vite
p = passo
E = diametro medio teorico
Kn = diam. nocciolo madrevite
p (pollici) = 1 : n
p (mm) = 25,4 : n
E = D - 0,64925 p
Ks = D - 1,22687 p (vite)
Kn = 1,08253 p (madrevite)

Formule generali dimensioni di base delle filettature Unified American Standard

$$\text{passo} = \frac{1}{N^\circ \text{ filetti per pollice}}$$

Altezza fil. est. = 0,61343 p = 17 H : 24
Altezza fil. int. = 0,54027 p = 5 H : 8
Piano della cresta filett. est. = 0,125 p
Piano della cresta filett. int. = 0,25 p
Piano della radice filett. int. = 0,125 p

Tronc. cresta fil. est. = 0,10825 p = H:8
Tronc. cresta fil. int. = 0,21651 p = H:4
Tronc. fondo fil. est. = 0,14434 p = H:6
Tronc. fondo fil. int. = 0,10825 p = H:8
Addendum filett. est. = 0,32476 p = 3H:8

Coarse - Thread Series UNC and NC — Basic Dimensions

Serie filettature a passo grosso UNC e NC - Dimensioni di base

Sizes	Basic Major Diam. D Inches	Thds per Inch n	Basic Pitch Diam. E Inches	Minor Diameter Ext. Thds. Ks Inches	Minor Diameter Int. Thds. Kn Inches
Dimens. nomin.	Diam. est. D poll.	Nº fil. pol.	Diam. med. E poll.	Diam. nocciolo viteKs poll.	Diam. nocciolo madr.Kn pollici
1(,073)*	0,0730	64	0,0629	0,0538	0,0561
2(,086)	0,0860	56	0,0744	0,0641	0,0667
3(,099)*	0,0990	48	0,0855	0,0734	0,0764
4(,112)	0,1120	40	0,0958	0,0813	0,0849
4(,125)	0,1250	40	0,1088	0,0943	0,0979
6(,138)	0,1380	32	0,1177	0,0997	0,1042
8(,164)	0,1640	32	0,1437	0,1257	0,1302
10(,190)	0,1900	24	0,1629	0,1389	0,1449
12(,216)*	0,2160	24	0,1889	0,1649	0,1709
1/4	0,2500	20	0,2175	0,1887	0,1959
5/16	0,3125	18	0,2764	0,2443	0,2524
3/8	0,3750	16	0,3344	0,2983	0,3073
6/16	0,4375	14	0,3911	0,3499	0,3602
1/2	0,5000	13	0,4500	0,4056	0,4167
9/16	0,5625	12	0,5084	0,4603	0,4723
5/8	0,6250	11	0,5660	0,5135	0,5266
3/4	0,7500	10	0,6850	0,6373	0,6417

Sizes	Basic Major Diam. D Inches	Thds per Inch n	Basic Pitch Diam. E Inches	Minor Diameter Ext. Thds. Ks Inches	Minor Diameter Int. Thds. Kn Inches
Dimens. nomin.	Diam. est. D poll.	Nº fil. pol.	Diam. med. E poll.	Diam. nocciolo viteKs poll.	Diam. nocciolo madr.Kn pollici
7/8	0,8750	9	0,8028	0,7387	0,7547
1	1,0000	8	0,9188	0,8466	0,8647
1 1/8	1,1250	7	1,0322	0,9497	0,9704
1 1/4	1,2500	7	1,1572	1,0747	1,0954
1 3/8	1,3750	6	1,2667	1,1705	1,1946
1 1/2	1,5000	6	1,3917	1,2955	1,3196
1 3/4	1,7500	5	1,6201	1,5046	1,5335
2	2,0000	4 1/2	1,8557	1,7274	1,7594
2 1/4	2,2500	4 1/2	2,1057	1,9774	2,0094
2 1/2	2,5000	4	2,3376	2,1933	2,2294
2 3/4	2,7500	4	2,5876	2,4433	2,4794
3	3,0000	4	2,8376	2,6933	2,7294
3 1/4	3,2500	4	3,0876	2,9433	2,9794
3 1/2	3,500	4	3,3376	3,1933	3,2294
3 3/4	3,7500	4	3,5876	3,4433	3,4794
4	4,0000	4	3,8376	3,6933	3,7294

* Secondary sizes

segue: Filettature American Standard Unified ASA B 1.1 - 1949

Serie a passo fine UNF e NF						Serie a passo extra fine UNEF e NEF					
Dimens. nomin.	Diam. est. D poll.	N° fil. pol.	Diam. med. E poll.	Diam. nocciolo viteKs poll.	Diam. nocciolo madr.Kn pollici	Dimens. nomin.	Diam. est. D poll.	N° fil. pol.	Diam. med. E poll.	Diam. nocciolo viteKs poll.	Diam. nocciolo madr.KN pollici
0(,060)	0,0600	80	0,0519	0,0447	0,0465	12(,216)*	0,2160	32	0,1957	0,1777	0,1822
1(,073)*	0,0730	72	0,0640	0,0560	0,0580	1/4	0,2500	32	0,2297	0,2117	0,2162
2(,086)	0,0860	64	0,0759	0,0668	0,0691	5/16	0,3125	32	0,2922	0,2742	0,2787
3(,099)*	0,0990	56	0,0874	0,0771	0,0797	3/8	0,3750	32	0,3347	0,3367	0,3412
4(,112)	0,1120	48	0,0985	0,0864	0,0894	7/16	0,4375	28	0,4143	0,3937	0,3988
5(,125)	0,1250	44	0,1102	0,0971	0,1004	1/2	0,5000	28	0,4768	0,4562	0,4613
6(,138)	0,1380	40	0,1218	0,1073	0,1109	9/16	0,5625	24	0,5354	0,5114	0,5174
8(,164)	0,1640	36	0,1460	0,1299	0,1339	5/8	0,6250	24	0,5979	0,5739	0,5799
10(,190)	0,1900	32	0,1697	0,1517	0,1562	11/16*	0,6875	24	0,6604	0,6364	0,6424
12(,216)*	0,2160	28	0,1928	0,1722	0,1773	3/4	0,7500	20	0,7175	0,6887	0,6959
1/4	0,2500	28	0,2268	0,2062	0,2113	13/16*	0,8125	20	0,7800	0,7512	0,7584
5/16	0,3125	24	0,2854	0,2614	0,2674	7/8	0,8750	20	0,8425	0,8137	0,8209
3/8	0,3750	24	0,3479	0,3239	0,3299	15/16*	0,9375	20	0,9050	0,8762	0,8834
7/16	0,4375	20	0,4050	0,3762	0,3834	1	1,0000	20	0,9675	0,9387	0,9459
1/2	0,5000	20	0,4675	0,4387	0,4459	1 1/16*	1,0625	18	1,0264	0,9943	1,0024
9/16	0,5625	18	0,5264	0,4943	0,5024	1 1/8	1,1250	18	1,0889	1,0568	1,0649
5/8	0,6250	18	0,5889	0,5568	0,5649	1 3/16*	1,1875	18	1,1514	1,1193	1,1274
3/4	0,7500	16	0,7094	0,6733	0,6823	1 1/4	1,2500	18	1,2139	1,1818	1,1899
7/8	0,8750	14	0,8286	0,7874	0,7977	1 5/16*	1,3125	18	1,2764	1,2443	1,2524
1	1,0000	12	0,9459	0,8978	0,9098	1 3/8	1,3750	18	1,3389	1,3068	1,3149
1 1/8	1,1250	12	1,0709	1,0228	1,0348	1 7/16*	1,4375	18	1,4014	1,3693	1,3774
1 1/4	1,2500	12	1,1959	1,1478	1,1598	1 1/2	1,5000	18	1,4639	1,4318	1,4399
1 3/8	1,3750	12	1,3209	1,2728	1,2848	1 9/16*	1,5625	18	1,5264	1,4943	1,5024
1 1/2	1,5000	12	1,4459	1,3978	1,4098	1 5/8	1,6250	18	1,5889	1,5568	1,5649
						1 11/16*	1,6875	18	1,6514	1,6193	1,6274

* Dimensione secondaria

Diameter-Pitch combinations for Standard Series of Unified Threads

Serie a passo costante 8UN - 12UN - 16UN

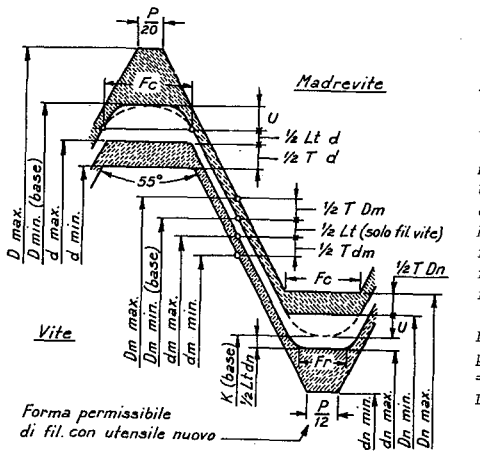
Diam. poll.	fil.x poll. serie 8	12	16	Diam. poll.	fil.x poll. serie 8	12	16	Diam. poll.	fil.x poll. serie 8	12	16
7/16	-	-	16	1 9/16*	8	12	16	3 3/8*	8	12	16
1/2	-	-	16	1 5/8	8	12	16	3 1/2	8	12	16
9/16	-	UNC	16	1 11/16*	8	12	16	3 5/8*	8	12	16
5/8	-	12	16	1 3/4	8	12	16	3 3/4	8	12	16
11/16*	-	12	16	1 13/16*	8	12	16	3 7/8*	8	12	16
3/4	-	12	UNF	1 7/8	8	12	16	4	8	12	16
13/16*	-	12	16	1 15/16*	8	12	16	4 1/8*	8	12	16
7/8	-	12	16	2	8	12	16	4 1/4	8	12	16
15/16*	-	12	16	2 1/8*	8	12	16	4 3/8*	8	12	16
1	UNC	UNF	16	2 1/4	8	12	16	4 1/2	8	12	16
1 1/16*	8	12	16	2 3/8*	8	12	16	4 5/8*	8	12	16
1 1:8	8	UNF	16	2 1/2	8	12	16	4 3/4	8	12	16
1 3/16*	8	12	16	2 5/8	8	12	16	4 7/8*	8	12	16
1 1/4	8	UNF	16	2 3/4	8	12	16	5	8	12	16
1 5/16*	8	12	16	2 7/8*	8	12	16	5 1/4	8	12	16
1 3/8	8	UNF	16	3	8	12	16	5 1/2	8	12	16
1 7/16*	8	12	16	3 1/8*	8	12	16	5 3/4	8	12	16
1 1/2	8	UNF	16	3 1/4	8	12	16	6	8	12	16

Questa norma comprende diverse serie di filett. tutte con profilo a 60°. Le filet. norm. Anglo-americane portano la lettera UN (Unified National) quelle normali solo per gli USA, la lettera N (National). Serie: Coarse thread ser. UNCe NC Fine thread series-UNFe NF Extra fine thread series UNFe NEF (Serie di filett. a passo grosso, fine e extra fine. Diameter-Pitch Combinations for Standard Series of Unified Thread (Serie di filett. a passo costante di 8-12-16 spire pollice con combinazioni speciali di diam. e passi)

* Dimensione secondaria.

Filettat. per obiettivi di microscopio (da Amer. Nation. Stand.)

Questa filettatura é prevalentemente usata per obiettivi di microscopio, per assemblaggi di lenti, altre apparecchiature similari e per microfotografia. Deriva dalla filett. inglese "RMS thread" si diversifica da questa per la troncatura della cresta e della radice ma é proporzionata per essere con essa intercambiabile.



Linea tratteggiata: forma della filett. inglese RMS thread.
Elementi di base da filett. Whitworth: K = Ø minore = 19,4158.
U = troncatura di base di cresta = 0,05207.
k = altezza di troncatura filettat. = 0,39878.
r = raggio in cresta e radice = 0,0965.
(non usato)
Limite di toll. diam. prim. (effettivo). G = = 0,0457. T = toller. Lt = Limite di toller.

Forma base della filettatura

Angolo di filettatura	55°	Altezza triangolo fondamentale H=	= 0,677672
N° filetti per pollice	36		
Passo della filettatura	0,705561	Altezza filett. di base	0,45212

Forma progetto filettatura (massimo materiale)

Largh. piano di cresta Fc=0,17272 | Largh. piano di radice Fr=0,11684

Misure base e progetto

Diam. esterno madrev.	D = 20,32	Diam. esterno vite(1)	d = 20,1701
" pr. eff. "	Dm = 19,8679	" pr.(eff.) "	dm = 19,8222
" interno "	Dn = 19,5199	" interno " (1)	dn = 19,3700

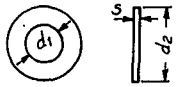
Misure limite e tolleranze

	Diametri esterni			Diametri primitivi			Diametri interni		
	max	min	toll.	max	min	toll.	max	min	toll.
Vite	20,1701	20,0939	0,0762	19,8222	19,7460	0,0762	19,3700	19,1821(2)	-
Madrevite	20,5537(3)	20,32	-	19,9441	19,8679	0,0762	19,5961	19,5159	0,0762

(1) Un limite di toll. uguale a quello sul dm é condizione per un gioco addizionale. (2) Il limite estremo di dn prodotto con utensile nuovo avente un piano di P:12= = 0,0584. Questo diametro min non é controllabile con calibro. (3) Il max esterno di D prodotto con utensile nuovo avente un piano di P:20 = 0,03556. Questo diam. max. non é controllabile con calibro. - Lunghezza di avvitamento - Le toll. date sono applicabili, per lunghezze di avvitamento sulla gamma da 3,2 a 9,5 cioé dal 15 al 50% del diametro base. Designazione della filettatura: (Norma ANSI): 0,800-36 AMO.

Rosette per bulloni e viti

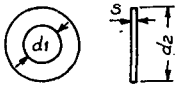
Per bulloni e viti su materiali duri. Categor. A UNI 6592*



Ø fil.	d_1	bul. d_2	vit. d_2	s
1,6	1,8	4	3,5	0,3
2	2,2	5	4,5	0,3
2,2	2,4•	5,5	4,5	0,5
2,5	2,7	6,5	5	0,5
3	3,2	7	6	0,5
4	4,3	9	8	0,8
5	5,3	10	9,5	1
6	6,4	12,5	11	1,6
7	7,4	14	-	1,6
8	8,4	17	14	1,6
10	10,5	21	18	2
12	13	24	20	2,5
14	15•	28	-	2,5
16	17	30	-	3
18	19•	34	-	3
20	21	37	-	3
22	23•	39	-	3
24	25	44	-	4
27	28•	50	-	4
30	31	56	-	4
33	34•	60	-	5
36	37	66	-	5
39	40•	72	-	6
42	43	78	-	7
45	46•	85	-	7
48	50	92	-	8
52	54•	98	-	8
56	58	105	-	9
60	62•	110	-	9
64	66	115	-	9
68	70•	120	-	10
72	74	125	-	10
76	78•	135	-	10
80	82	140	-	12
85	88•	145	-	12
90	93	160	-	12
95	99•	165	-	12
100	104	175	-	14
105	109•	180	-	14

Desig. (d_1 x d_2) Mater. acc. classe R 40(uso corrente)R 40C(bassa e media resist.)R 80 (alta,altis. resist) inox o non ferroso.

Per appoggio su mater. duri e teneri Categ. C. UNI 6593*

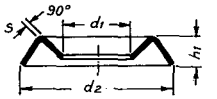


Ø fi.	d_1	mat. dur. d_2	mat. dur. s	mat. ten. d_2	mat. ten. s
5	5,5	10	1	15	1,6
6	6,6	12,5	1,6	18	2
8	9	17	1,6	24	2
10	11	21	2	30	2,5
12	14	24	2,5	36	3
14	16•	28	2,5	42	3
16	18	30	3	48	4
18	20•	34	3	54	4
20	22	37	3	60	5
22	24•	39	3	66	5
24	26	44	4	72	6
27	30•	50	4	81	6
30	33	56	4	90	8
33	36•	60	5	99	8
36	39	66	5	108	10
39	42•	72	6	117	10
42	45	78	7	126	10
45	48•	85	7	135	10
48	52	92	8	144	12
52	56•	98	8	156	12
56	62	105	9	-	-
60	66•	110	9	-	-
64	70	115	9	-	-
68	74•	120	10	-	-

Materiale: acciaio.
Queste rosette sono adatte per appoggio su materiali duri e su materiali teneri.
Esempio designazione di una rosetta avente d_1 = 22 mm e d_2 = 37 mm: Rosetta UNI 6593- 22x37

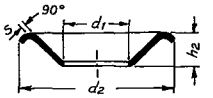
• usare solo per eccez.
* Le rosette di queste normazioni possono essere sottoposte a trattamento o rivestimento protettivo.
In questo caso, la designazione deve essere completata con le indicazioni relative.

Per viti a testa svasata su materiali duri. esecuzione N. UNI 6594*



p. viti (1)	(2)	d_1	d_2	h_1	s
2,2	2,2	2,5	6	1,3	0,3
2,9	2,6	3,3	8,2	1,5	0,3
-	3	3,3	8,2	1,5	0,3
3,5	3,5	4	9	1,8	0,3
3,9	4	4,2	9,8	2	0,3
4,2	4,5	5	12	2,1	0,3
4,8	5	5,2	13	2,5	0,3
5,5	-	5,7	15	3	0,3
6,3	6	7	18	3,5	0,4

Per viti a testa svasata su materiali soffici esecuzione R. UNI 6594*



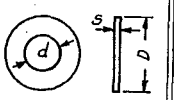
p. viti (1)	(2)	d_1	d_2	h_2	s
2,2	2,2	2,5	6	1,3	0,3
2,9	2,6	3,3	8,2	1,8	0,3
-	3	3,3	8,2	1,8	0,3
3,5	3,5	4	9	1,8	0,3
3,9	4	4,2	9,8	2	0,3
4,2	4,5	5	12	2,5	0,3
4,8	5	5,2	13	3	0,3
5,5	-	5,7	15	3,3	0,3
6,3	6	7	18	3,8	0,4

(1)viti autofilettanti
(2)viti da legno
Esempi di designazione per vite Ø 5 esecuz.N: Rosetta UNI 6594 - N 5
per vite Ø 4 esecuz.R: Rosetta UNI 6594 - R 5
Materiale: acciaio oppure materiale non ferroso.

La designazione deve essere completata con la qualità del materiale prescelto.

Rosette per perni, ribattini, a foro quadro - Piastrine

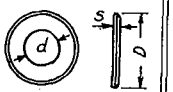
Per Perni, Cat. A UNI-ISO 8738



Ø per.	d nominali	D	s
3	3	6	0,8
4	4	8	0,8
5	5	10	1
6	6	12	1,6
8	8	15	2
10	10	18	2,5
12	12	20	3
14	14	22	3
16	16	24	3
18	18	28	4
20	20	30	4
22	22	34	4
24	24	37	4
27	27	39	5
30	30	44	5
33	33	47	5
36	36	50	6
40	40	56	6
45	45	60	6
50	50	66	8
55	55	72	8
60	60	78	10
70	70	92	10
80	80	98	12
90	90	110	12
100	100	120	12

Es. des. Rosetta per perno Ø 20: Rosetta UNI-ISO 8738-20-160HV. Materiale: St,durezza 160÷250 HV (classe 160 HV). Finitura: Normale, rivest. protettivo antioss. Pref. ossidazione nera, chim. fosfat. o elettrolit. di zinco.

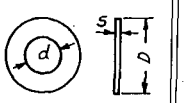
Per perni lavorate UNI 1750



Ø per.	d B11	D	s
3	3	6	0,5
4	4	8	0,5
5	5	10	0,8
6	6	12	1
7	7	13	1
8	8	15	1,5
10	10	18	2
12	12	21	2,5
14	14	24	2,5
16	16	27	2,5
18	18	30	3
20	20	33	3
22	22	35	3
25	25	39	4
28	28	42	4
32	32	48	5
36	36	52	5
40	40	58	5
40	42•	60	5
45	45	65	6
50	50	70	6
56	56	75	6
63	63	85	7
70	70	95	8
80	80	105	9
90	90	115	9
100	100	125	10
110	110	135	10
125	125	150	10

Esempio di designazione di una rosetta per perni lavorata avente d = 12 mm: Rosetta UNI 1750 - 12. Indicare il materiale nella designazione.

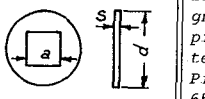
Per ribattini semilav. UNI 1739



Ø rib.	d	D	s
2	2,2	8	0,8
2,3	2,5•	8,6	0,8
2,6	2,8	9,3	0,8
3	3,2	10	0,8
3,5	3,7•	11	1
4	4,3	12	1
5	5,3	14	1
6	6,4	16,3	1
8	8,4	21	1,5
10	10,5	22,5	1,5

E.d. (d2,2) Rosetta UNI 1739 - 2,2. Acciaio o non ferroso. A richiesta tratt. o rivest. Per ribatt. UNI: 748,749,750,756.

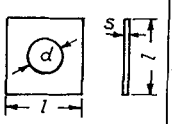
Con foro quadro Cat. C UNI 6595.



Ø fil.	a	d	s
5	5,5	15	1,6
6	6,6	18	2
8	9	24	2
10	11	30	2,5
12	14	36	3
14	16•	42	3

E.d. (a=9) Rosetta UNI 6595 - 9. Mater. acciaio. Adatte per appoggio su materiali teneri. A richiesta trattamento o rivestimento.

Piastrine Cat. C UNI 6596



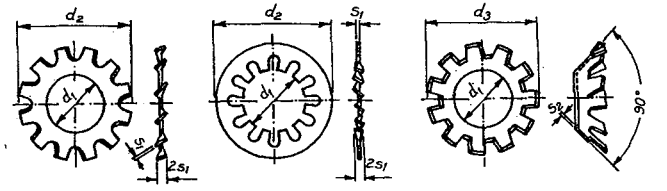
Ø fil.	d	l	s
5	5,5	16	1,6
6	6,6	20	2
8	9	25	2
10	11	30	2,5
12	14	40	3
14	16•	46	3
16	18	50	4
18	20•	56	4
20	22	60	5
22	24•	70	5
24	26	80	6
27	30•	87	6
30	33	95	8
33	36•	100	8
36	39	110	10
39	42•	125	10
42	45	135	10
45	48•	140	10
48	52	150	12
52	56•	160	12

Esempio di designazione di una piastrina avente d = 20 mm: Piastrina UNI 6596 - 20. Materiale: acciaio. Particolarmente adatte per appoggio su materiali teneri. A richiesta: Trattamento o rivestimento protettivo. In questo caso la designazione deve essere completata con le indicazioni relative.

(•) usare solo per eccezione.

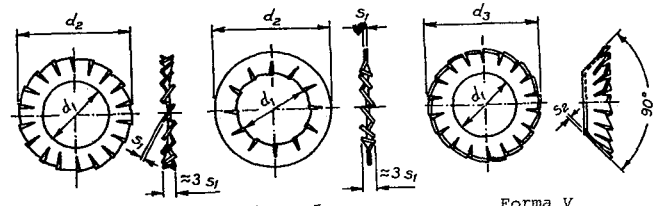
Rosette elastiche dentate

dentate UNI 8841



Forma A Forma J Forma V

con dentatura sovrapposta UNI 8842

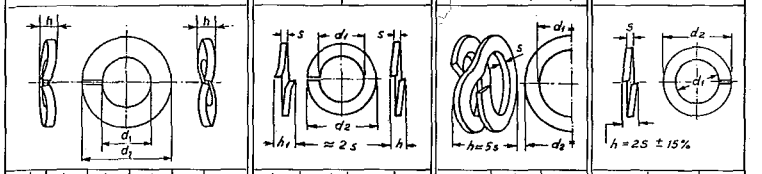


Forma A Forma J Forma V

Ø vite	d H13	d_2 h14	d_3 ~	s_1	s_2	UNI 8841 N°denti min AeJ	UNI 8841 N°denti min V	UNI 8842 N° denti min. A	UNI 8842 N° denti min. J	UNI 8842 N° denti min. V	Carico collaudo daN (1)
1,6	1,7	3,6	-	0,3	-	6	-	9	7	-	45
1,8	2	4	-	0,3	-	6	-	9	7	-	45
2	2,2	4,5	4,2	0,3	0,2	6	6	9	7	10	70
2,2	2,4	5	-	0,4	0,2	6	6	9	7	10	100
2,5	2,7	5,5	5,1	0,4	0,2	6	6	9	7	10	110
3	3,2	6	6	0,4	0,2	6	6	9	7	12	150
3,5	3,7	7	7	0,5	0,25	6	6	10	8	12	270
4	4,3	8	8	0,5	0,25	8	8	11	8	14	400
5	5,3	10	9,8	0,6	0,3	8	8	11	8	14	655
6	6,4	11	11,8	0,7	0,4	8	10	12	9	16	925
7	7,4	12,5	-	0,8	-	8	-	14	10	-	1360
8	8,4	15	15,3	0,8	0,4	8	10	14	10	18	1700
10	10,5	18	19	0,9	0,5	10	10	16	12	20	2710
12	13	20,5	23	1	0,5	10	10	16	12	26	3950
14	15	24	26,2	1	0,6	12	12	18	14	28	5400
16	17	26	30,2	1,2	0,6	12	12	18	14	30	7500
18	19	30	-	1,4	-	12	-	18	14	-	9050
20	21	33	-	1,4	-	14	-	20	16	-	11700
22	23	36	-	1,5	-	14	-	20	16	-	14500
24	25	38	-	1,5	-	14	-	20	16	-	16900
27	28	44	-	1,6	-	14	-	22	18	-	22100
30	31	48	-	1,6	-	14	-	22	18	-	26900

(1) Prova di compressione. Mater. acc. UNI 3545-HV 403-470. Superficie naturale oliata. Mater. e rivestimen. diversi da concordare. Esempio designaz. rosetta elastica tipo J per vite avente Ø 8 mm: Rosetta UNI 8841-J8. Stessa rosetta ma con dentatura sovrapposta: Rosetta UNI 8842-J8.

Rosette elastiche spaccate



Ø vit.	forma A bombate UNI 8839* d_1 nom	d_2 max	h max	s	Car. kN °	forma B ondulate UNI 8839* d_1 nom	d_2 max	s norm.	s pes.	a doppia spira tipo D BS 4464 (1969) d_1 min	d_2 max	s min	per viti con testa incass. DIN 7980 d_1	d_2	s
2	2,1	4,4	0,9	0,5	6,5	2,1	4,4	0,5	-	2,1	4,4	0,5	-	-	-
2,2	2,4	4,9	1,1	0,6	8	2,3	4,8	0,6	-	2,3•	4,8	0,6	-	-	-
2,5	2,6	5,1	1,1	0,6	9	2,6	5,1	0,6	-	2,6	5,5	0,7	-	-	-
3	3,1	6,2	1,3	0,7	17	3,1	6,2	0,8	1	3,3	6,2	0,8	3,1	5,6	1
3,5	3,6	6,7	1,3	0,7	22	3,6	6,7	0,8	1	3,8•	7,5	0,8	3,6•	6,1	1
4	4,1	7,6	1,4	0,8	29	4,1	7,6	0,9	1	4,3	8,0	0,8	4,1	7	1,2
5	5,1	9,2	1,7	1	47	5,1	9,2	1,2	1,4	5,3	9,8	0,9	5,1	8,6	1,5
6	6,1	11,8	2,2	1,3	67	6,1	11,8	1,6	1,8	6,3	12,9	1	6,1	9,7	1,5
7	7,1	12,8	2,2	1,3	96	7,1	12,8	1,6	1,8	-	-	-	-	-	-
8	8,2	14,9	2,75	1,6	122	8,2	14,8	2	2,3	8,4	15,1	1,2	8,2	12,8	2
10	10,2	18,1	3,15	1,8	193	10,2	18,1	2,2	2,6	10,4	18,2	1,2	10,2	16,1	2,5
12	12,2	21,1	3,65	2,1	280	12,2	21,1	2,5	3,2	12,4	20,2	1,6	12,2	18,3	2,5
14	14,2	24,1	4,3	2,4	382	14,2	24,1	3	3,5	14,5•	25,4	1,6	14,2•	21,4	3
16	16,2	27,1	5,1	2,8	522	16,2	27,4	3,5	4	16,5	27,4	2	16,2	24,6	3,5
18	18,2	29,4	5,1	2,8	640	18,2	29,4	3,5	4	18,5•	29,4	2	18,2•	26,6	3,5
20	20,2	33,6	5,9	3,2	810	20,2	33,6	4	5	20,8	31,9	2	20,2	30,6	4,5
22	22,5	35,9	5,9	3,2	1010	22,5	35,9	4	5	22,8•	35,9	2,5	22,2•	32,9	4,5
24	24,5	40	7,5	4	1170	24,5	40	5	6	25,0	39,4	3,25	24,5	35,9	5
27	27,5	43	7,5	4	1530	27,5	43	5	6	28,0•	44,0	3,25	27,5•	38,9	5
30	30,5	48,2	10,5	6	1870	30,5	48,2	6	7	31,5	49,5	3,25	30,5	44,2	6
33	-	-	-	-	-	33,5	55,2	6	7	34,5•	52,5	3,25	33,5•	47,2	6
36	36,5	58,2	11,3	6	2720	36,5	58,2	6	7	38,0	60,5	3,25	36,5	52,3	7
39	-	-	-	-	-	39,5	61,2	6	7	41,0•	63,5	3,25	-	-	-
42	-	-	-	-	-	42,5	68,2	7	8	44,0	66,5	4,5	42,5	60,3	8
45	-	-	-	-	-	45,5	71,2	7	8	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	49	75	7	-	52,0	72,5	4,5	49	67	8
52	-	-	-	-	-	53	83	8	-	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	57	87	8	-	58,0	84,5	4,5	-	-	-
60	-	-	-	-	-	61	91	8	-	-	-	-	-	-	-
64	-	-	-	-	-	65	95	8	-	67,0	94,5	4,5	-	-	-
68	-	-	-	-	-	69	99	8	-	-	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-	73	103	8	-	-	-	-	-	-	-

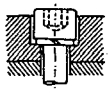
Mater. acc.UNI 3545 HV 450-470. Per fil. destre o sin. Es. des. forma A per vite Ø 10: Rosetta UNI 8839-A 10
° Carico prova compressione

*Superficie: naturale ed oliata. Trattam. o rivestim. protettivi da concordare.
• usare solo per eccezione.

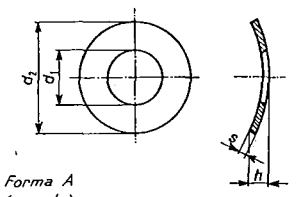
Mater. acc. UNI 3545 HRC 44-48.(solo fil. destra) Es. des.(viti bassa e media resist.)forma A vite Ø 8: Rosetta UNI 1751-A 8. (viti ad alta resistenza)
forma B per vite Ø 8 Rosetta UNI 9195-B 8

Mater. acc. CS 4 laminato a freddo (BS 1449: part. 38) oppure ottone CZ 108 (BS 265). Finitura: lucido o nero. Esempio design. per vite Ø 6: Rosetta BS 4464-6

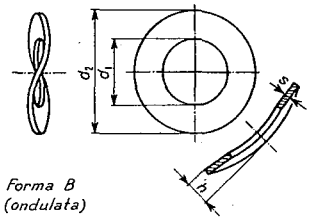
Mater.acciaio da molle.(solo fil. des.) Es.design. vite Ø6: Rosetta DIN 7980-6.



Rosette elastiche curvate ed ondulate



Forma A
(curvata)



Forma B
(ondulata)

Serie normale
UNI 8840 (forma A)

Ø vite	d_1	d_2	h max	s	Car. kN °
1,6	1,7	4	0,9	0,25	4
1,8	2	4	0,9	0,25	4
2	2,2	4,5	1	0,3	6,5
2,2	2,4	5	1	0,3	8
2,5	2,7	5,5	1,1	0,3	9
3	3,2	6	1,3	0,4	17
3,5	3,7	7	1,4	0,4	22
4	4,3	8	1,6	0,5	29
5	5,3	10	1,8	0,5	47
6	6,4	11	2,2	0,5	67
7	7,4	12	2,4	0,5	96
8	8,4	15	3,4	0,5	122
10	10,5	18	4	0,8	193

UNI 8840 (forma B)

3	3,2	8	1,6	0,5	17
3,5	3,7	8	1,8	0,5	22
4	4,3	9	2	0,5	29
5	5,3	11	2,2	0,5	47
6	6,4	12	2,6	0,5	67
7	7,4	14	3	0,8	96
8	8,4	15	3	0,8	122
10	10,5	21	4,2	1	193
12	13	24	5	1,2	280
14	15	28	5,9	1,6	382
16	17	30	6,3	1,6	522
18	19	34	6,5	1,6	640
20	21	36	7,4	1,6	810
22	23	40	7,8	1,8	1010
24	25	44	8,2	1,8	1170
27	28	50	9,4	2	1530
30	31	56	10	2,2	1870
33	34	60	10,6	2,2	2510
36	37	68	11,6	2,5	2720

Materiale: acciaio UNI 7064. HV 430-520. Altro materiale da concordare. Superficie: naturale ed oliata. Altro rivestimento o trattamento da concordare.
° Carico prova di compressione.

Serie larga
UNI 9192 (forme A e B)

Ø vite	d_1	d_2	h max	s	Car. kN °
3	3,2	9	1,8	0,5	22
3,5	3,7	10	2	0,5	29
4	4,3	11	2,2	0,5	47
5	5,3	12	2,6	0,8	67
6	6,4	15	3	0,8	96
7	7,4	18	3	1	122
8	8,4	21	4,2	1	193
10	10,5	24	5	1,2	280
12	13	28	5,9	1,2	382
14	15	34	6,3	1,6	522
16	17	36	6,5	1,6	640
18	19	40	7,4	1,8	810
20	21	44	7,8	2	1010
22	28	48	8,2	2	1170

Da incorporare a viti
(forma A e B)
UNI 9193 Serie normale

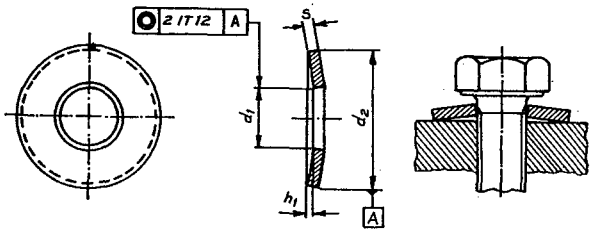
3	2,75	8	1,2	0,5	17
3,5	3,20	9	1,25	0,5	22
4	3,60	10	1,3	0,8	29
5	4,55	11	1,4	0,8	47
6	5,50	12	1,5	0,8	67
8	7,40	15	1,8	1	122
10	9,30	21	2,2	1	193
12	11,30	24	2,5	1,2	280
14	13,15	28	2,8	1,2	382

UNI 9194 Serie larga

3	2,75	9	1,8	0,8	22
3,5	3,2	10	1,85	0,8	29
4	3,60	11	1,9	1	47
5	4,55	12	2,0	1	67
6	5,50	15	2,2	1	98
8	7,40	21	2,6	1,2	193
10	9,30	24	3,0	1,2	280
12	11,30	28	3,4	1,4	382
14	13,15	34	3,7	1,4	522

Esempio design. (8 tipi di roset.) (per vite Ø 3, Ser. larga, forma A): Rosetta UNI 9192 - A 3.

Rosette elastiche coniche (serie norm., larga, estralarga)



serie normale UNI 8836

Ø vite	s	d_1 H14	d_2 ± 0,25	h_1 (1)	h_2 (2)	Carico coll. hN	Carico reaz. hN(3)
4	0,7	4,3	9	0,33	0,15	29,5	15
5	0,9	5,3	11	0,43	0,25	47,5	20
6	1	6,4	12	0,43	0,20	67	35
	1,2				0,17	85	50
	1,4				0,15	115	80
8	1,4	8,4	16	0,45	0,25	125	65
	1,9			0,55	0,20	210	130
	2,2			0,40	0,15	260	175
10	1,9	10,5	20	0,45	0,25	195	105
	2,3			0,45	0,20	270	180
	2,6			0,55	0,25	335	320
12	2,2	13	24	0,50	0,30	260	130
	2,8			0,50	0,25	350	270
	3,2			0,60	0,25	500	470
14	2,6	15	27	0,50	0,30	400	180
	3			0,60	0,25	660	330
	3,8			0,50	0,20	900	600
16	3,2	17	32	0,60	0,35	530	300
	3,4				0,35	900	350
	4,2				0,30	1200	630
	4,2	19,4	36	0,60	0,35	900	520
	4,8				0,30	1300	750
20	4,6	21,4	38	0,60	0,35	1200	600
	5,2				0,30	1600	850
22	5	23,4	42	0,70	0,40	1500	750
	5,8			0,65	0,35	2000	1100
24	5,4	25,4	46	0,70	0,50	1500	750
	6,2			0,65	0,40	2000	1100

serie larga UNI 8837

Ø vite	s	d_1 H14	d_2 ± 0,25	h_1 (1)	h_2 (2)	Carico coll. hN	Carico reaz. hN(3)
5	1	5,3	15	0,48	0,25	47,5	20
6	1,1	6,4	18	0,65	0,35	67	30
	1,4			0,50	0,30	85	45
	1,7			0,40	0,25	115	65
8	1,5	8,4	22	0,65	0,40	125	60
	2,2			0,60	0,30	210	140
	2,4			0,45	0,30	260	155
10	2	10,5	27	0,60	0,40	195	100
	2,5			0,55	0,30	270	160
	2,8			0,55	0,35	335	280
12	2,4	13	30	0,75	0,45	260	130
	3			0,60	0,35	350	220
	3,4			0,85	0,40	500	400
14	2,8	15	32	0,70	0,45	400	200
	3,4			0,60	0,35	660	330
	4			0,60	0,30	900	500
16	3,6	17	34	0,60	0,35	600	330
	4,4				0,30	1100	650

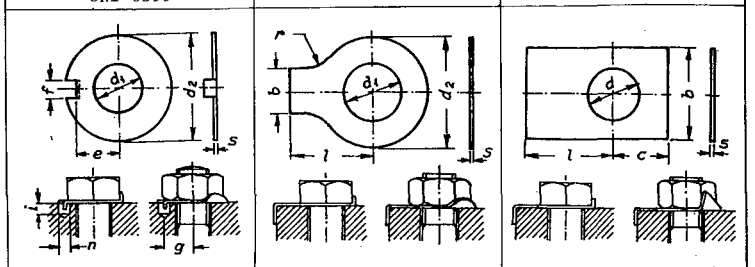
serie estralarga UNI 8838

5	1,1	5,3	19	0,65	0,40	47,5	20
6	1,3	6,4	24	0,65	0,45	67	23
	1,5			0,60	0,40	85	40
	1,8			0,65	0,40	115	72
8	1,6	8,4	29	0,80	0,50	67	35
	2,4			0,65	0,40	85	45
10	2,2	10,5	33	0,75	0,50	195	85
	2,7			0,70	0,45	270	150
	3,0			0,85	0,45	335	250

(1) Altezza prima della compressione. (2) Freccia residua dopo le rimozioni del carico di collaudo nella prova di compressione (3) Carico di reazione indicativo per l'impiego. Materiale: acciaio UNI 3545 bonificato con durezza HV di 403 a 470. Altro tipo di materiale da concordare. Spigolo di appoggio arrotondato. Superficie naturale ed oliata.
Altro rivestimento da concordare.
Esempio di designazione di una rosetta elastica conica, serie normale, per viti con diametro nominale di 8 mm, avente spessore s = = 2,2 mm:
Rosetta UNI 8836 - 8x2,2.

Rosette e piastrine di sicurezza - Categoria A

Rosette con nasello UNI 6599	Rosette con linguetta UNI 6600	piastrine UNI 6601



valori comuni					UNI 6599					UNI 6600		UNI 6601	
d fil.	des. d_1	d_2	spes. s	l	e	f	g	i	n	b	r	b	c
3	3,2	11	0,3	13	4,5	2,5	4,5	2,5	3	4	2	7	6
4	4,3	14	0,3	14	5,5	2,5	5,5	2,5	3	5	2	8	7
5	5,3	17	0,4	16	7	3,5	7	3	4	6	3	10	9
6	6,4	18	0,5	18	7	3,5	7	3,5	4	7	5	12	9
7	7,4°	19	0,5	20	7,5	3,5	7,5	3,5	4	7	5	14	10
8	8,4	23	0,5	20	9	3,5	9	4	4	8	5	16	12
10	10,5	26	0,5	22	10	4,5	10	4,5	5	10	8	20	13
12	13	29	1	28	10,5	4,5	10,5	6	5	12	10	22	15
14	15°	33	1	28	12,5	4,5	12,5	6	5	12	10	26	17
16	17	40	1	32	15	5,5	15	7	6	15	10	32	20
18	19°	40	1	36	15	6	15	7	7	18	12	32	20
20	21	45	1	36	17,5	6	17,5	7	7	18	12	38	23
22	23°	50	1	42	20	7	20	7	8	20	12	42	25
24	25	50	1	42	20	7	20	7	8	20	12	42	25
27	28°	57	1,6	48	22,5	9	22,5	9	10	23	15	48	29
30	31	63	1,6	52	25,5	9	25,5	9	10	26	15	54	32
33	34°	68	1,6	56	28	9	28	9	10	28	15	58	34
36	37	75	1,6	60	31	11	31	9,5	12	30	15	64	38
39	40°	82	1,6	64	33	11	33	11	12	32	15	70	41
42	43	89	1,6	70	36	11	36	11,5	12	35	15	75	45
45	46°	95	1,6	75	38	13	39	12,5	14	38	15	82	48
48	50	102	1,6	80	41	13	41	13	14	40	18	88	51
52	54°	107	2	85	43	13	43	14	14	44	18	94	54
56	58	112	2	-	45	16	45	14,5	18				
60	62°	119	2	-	48	16	48	15,5	18				
64	66	125	2	-	51	16	51	15,5	18				
68	70°	131	2	-	54	16	54	15,5	18				
72	74	138	2	-	57	16	57	17	18				
76	78°	144	2	-	60	18	60	17	21				
80	82	150	2	-	63	18	63	17	21				

Materiale: acciaio classe R 40 P, HRB ≤ 73, R = 295-490 N/mm². Classe R 60 P, HRB = 84-90, R = = 540-635 N/mm². (da UNI 6602). Per rosette e piastrine di acciaio inox o materiali non ferrosi, indicarlo nella designazione.

° usare solo per eccezione. Possono essere sottoposte a trattamento o rivestimento protettivo. Esempi di designazione per d =10: Rosetta UNI 6599 - 10,5 R 40 P. Rosetta UNI 6600 - 10,5 R 40 P. Piastrina UNI 6601 - 10,5 R 40 P.

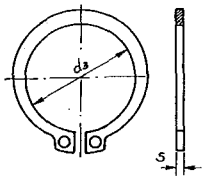
Anelli elastici per carichi assiali - Prospetto tipi principali -

Denominaz.	Ø nom.	Figure	Caratteristiche e applicazioni
per alberi UNI 7435 pesanti 7436 per fori UNI 7437 pesanti 7438	3-300 15-100 8-300 20-100		E' il classico anello d'ancoraggio che, avendo una sezione variabile, consente di compensare le differenze del Mf e di ottenere una tensione costante lungo tutta la circonf.
Anelli V per alberi Anelli V per fori "Seeger"	12-100 16-100		Lo spalleggiam. sporge concentricam. lungo tutta la circon. Lo spess. radiale ridotto, evita le sporg. della gabbia nei cusc. Capac. car. ass. ridotto
Anelli K per alberi DIN 983 Anelli K per fori DIN 984	16-140 16-170		Sono impiegati anche per bloccare i cuscinetti con raccordi ampi. Possono essere fissati anche radialmente ricavando, un'apposito vano nel particolare adiacente.
Anelli G per alberi "Seeger"	15-30		Impieg. con alberi senza cava, con spinte assiali da 40 a 70N Le parti da bloccare sono fissate senza gioco. Usati in apparecch. e piccole macchine.
Anelli per alberi UNI 7434	1-25		Carichi assiali per d max da 30 a 5500 N. Sono specialmente usati nella costruz. di apparecch. e macchine per ufficio. Montaggio rapido e razionale.
Anelli A UNI 7433 per alberi Anelli B UNI 7433 per fori	4-125 7-125		Anelli in filo indurito e rinvenuto. L'albero può ruotare fino a 175000 giri/min (d =4) e fino a 720 giri/min (d =125) come limite di sicurezza.
Anelli SP per cuscinetti DIN 5417	30-400		Servono per il bloccaggio di cuscinetti che hanno la gola sull'anello esterno (SKF serie N). Particolarmente usati nei cambi automobilistici.

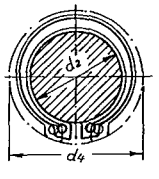
Anelli tipo Z	Anelli tipo L, alberi e fori	Anelli H per alberi
Per alberi e fori lisci montaggio a pressione, non smontab.	Corrispondono al tipo K agiscono come molle a tazza compensano piccoli giochi ass.	Per inser. difficili, ideale sicurezza per costr. macchine

Anelli elastici di sicurezza per alberi

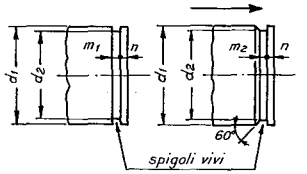
Per d = 10÷165 mm.



Ingombro al montaggio.



Direzione del carico



Per $d_1 \leq 9$ mm.

Per $d_1 \geq 170$ mm.

Esecuzione normale.

Esecuzione per carico unilaterale.

Dimensioni comuni					Serie normale UNI 7435					Serie pesante UNI 7436				
d_1	d_2 ° nom.	tol	d_3 nom.	n min.	s h11	d_4	m H13	m_2 min	Car. kN°	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°
3	2,8		2,7		0,4	7,2	0,5	0,6	0,23	(Serie pesante)				
4	3,8		3,7	0,3		8,8			0,30	Consigliati nel caso di				
5	4,8		4,7		0,6	10,7	0,7	0,8	0,38	impiego di mater. ad al-				
6	5,7		5,6	0,45	0,7	12,2	0,8	0,9	0,70	to limite elastico o				
7	6,7		6,5		0,8	13,8	0,9	1	0,80	quando la forma della				
8	7,6		7,4			15,2			1,2	superf. d'appoggio pre-				
9	8,6		8,4	0,6		16,4			1,38	senta lo spigolo legger-				
10	9,6	h11	9,3			17,6			1,53	mente smussato e non è				
11	10,5		10,2	0,75		18,6			2,1	possibile interporre u-				
12	11,5		11			19,6			2,3	na rondella a spigoli				
13	12,4		11,9	0,9	1	20,8	1,1	1,2	3	vivi.				
14	13,4		12,9			22			3,25					
15	14,3		13,8	1,1		23,2			4		25,4			4
16	15,2		14,7	1,2		24,4			4,9	1,5	27,5	1,6	1,7	4,9
17	16,2		15,7			25,6			5,2		28,5			5,2
18	17		16,5			26,8			6,9		29,5			6,9
19	18		17,5			27,8			7,25	–	–	–	–	–
20	19		18,5	1,5		29			7,7	1,75	32,5	1,85	2	7,7
21	20		19,5		1,2	30,2	1,3	1,4	8,05	–	–	–	–	–
22	21		20,5			31,4			8,45	1,75	35,5	1,85	2	8,45
24	22,9		22,2			33,8			10,1		38			10,1
25	23,9		23,2	1,7		34,8			10,6	2	39	2,15	2,3	10,6
26	24,9		24,2			36			11	–	–	–	–	–
28	26,6		25,9			38,4			15	2	42,5	2,15	2,3	15
29	27,6		26,9	2,1		39,6			15,6	–	–	–	–	–
30	28,6	h12	27,9		1,5	41	1,6	1,7	16,2	2	44,5	2,15	2,3	16,2
32	30,3		29,9	2,6		43,4			21		46,5			21
34	32,3		31,5			45,8			22,2	2,5	49	2,65	2,8	22,2
35	33		32,2			47,2			26,7		50			26,7
36	34		33,2	3		48,2			27,6	–	–	–	–	–
38	36		35,2			50,6			29,1		53			29,1
40	37,5		36,3		1,75	53	1,85	2	38,1	2,5	55,5	2,65	2,8	38,1
42	39,5		38,5	3,8		56			40		58			40
45	42,5		41,5			59,4			43		61,5			43

segue

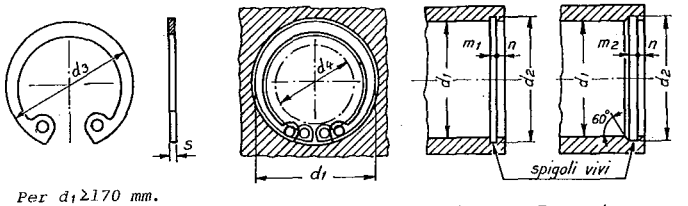
segue: Anelli elastici di sicurezza per alberi

Dimensioni comuni					Serie normale UNI 7435					Serie pesante UNI 7436				
d_1	d_2 ° nom.	tol	d_3 nom.	n min	s h11	d_4	m H13	m_2 min	Car. kN°	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°
48	45,5		44,5	3,8	1,7	62,8	1,85	2	46	2,5	65	2,65	2,8	46
50	47		45,8			64,8			57	3	68	3,15	3,3	57
52	49		47,8			67			59,5	3	70	3,15	3,3	59,5
55	52		50,8			70,4			63	3	73,5	3,15	3,3	63
56	53		51,8			71,6			64	–	–	–	–	–
58	55		53,8		2	73,6	2,15	2,3	66,5	3	77	3,15	3,3	66,5
60	57		55,8			75,8			69	3	79	3,15	3,3	69
62	59		57,8			78			69,3	–	–	–	–	–
63	60		58,8	4,5		79,2			70,2	–	–	–	–	–
65	62		60,8			81,6			75	4	83	4,15	4,3	75
68	65		63,5			85			78,4	–	–	–	–	–
70	67	h12	65,5			87,2			80,5	4	90,5	4,15	4,3	80,5
72	69		67,5		2,5	89,4			83	–	–	–	–	–
75	72		70,5			92,8	2,65	2,8	86	4	96	4,15	4,3	86
78	75		73,5			96,2			90	–	–	–	–	–
80	76,5		74,5			98,2			107	4	101	4,15	4,3	107
82	78,5		78,5			101			110	–	–	–	–	–
85	81,5		79,5			104			114	4	106,5	4,15	4,3	114
88	84,5		82,5	5,3		107			119	–	–	–	–	–
90	86,5		84,5		3	109			121	4	112	4,15	4,3	121
95	91,5		89,5			115			128	–	–	–	–	–
100	96,5		94,5			121			135	4	124	4,15	4,3	135
105	101		98			126			162					
110	106		103			132			170	Materiale: acc. bonif.				
115	111		108			138			178	da molle HRC 47÷52 o HV				
120	116		113			143			185	480÷558 ($d_1 \geq 38$), HRC 44÷				
125	121		118	6		149			193	49 o HV 440÷510 (d_1 = 40÷				
130	126		123			155			201	200) HRC 40÷45 o HV 392				
135	131		128			160			209	453 (d_1=210÷300). Rivest.				
140	136		133			165	4,15	4,3	217	brunitura o fosfataz. e				
145	141		138			171			225	oliatura. ° Toller. h 11				
150	145		142			177			289	se presenti forze di				
155	150		146		4	182			300	senso contrario alla				
160	155		151			188			310	tensione di sicurezza.				
165	160		155,5			193			320	Contrariamente d_2 può				
170	165		160,5			197			329	essere uguale a d_3 per				
175	170		165,5	7,5		202			338	aumentare lo spallam.				
180	175	h13	170,5			208			345	•Resis.a carico pulsan-				
185	180		175,5			213			338	te o a rottura nelle				
190	185		180,5			219			335	sollec.a fatica o stat.				
195	190		185,5			224			327	riferiti al valore più				
200	195		190,5			229			319	basso di resist. della				
210	204		198			239			488	sede o dell'albero, pur-				
220	214		208			249			512	ché l'elemento di appog-				
230	224		218	9		259			535	gio abbia spigoli vivi				
240	234		228			269			529	e il mater. della sede				
250	244		238		5	279	5,15	5,3	503	abbia Re≥300 N/mm².				
260	252		245			293			544	Es. design. anello nor-				
270	262		255			303			525	male con d_1 = 30 mm:				
280	272		265	12		313			508	Anello UNI 7435 - 30.				
290	282		275			323			491					
300	292		285			333			473					

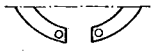
Anelli elastici di sicurezza per fori

Per $d_1 \leq 165$ mm.

Direzione carico.



Per $d_1 \geq 170$ mm.



Ingombro al montaggio. Esecuzione normale. Esecuzione per carico unilaterale.

Dimensioni comuni					Serie normale UNI 7437					Serie pesante UNI 7438				
d_1	d_2 ° nom.	tol	d_3 nom.	n min.	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°
8	8,4	H11	8,7	0,6	0,8	2,8	0,9	1	1,28	(Serie pesante)				
9	9,4		9,8			3,5			1,44	Consigliati nel caso di				
10	10,4		10,8		1	3,7	1,1	1,2	1,6	impiego di mater. ad al				
11	11,4		11,8			3,9			1,76	to limite elastico o				
12	12,5		13	0,75		4,7			2,4	quando la forma della				
13	13,6		14,1	0,9		5,3			3,14	superf. d'appoggio pre-				
14	14,6		15,1			6			3,36	senta lo spigolo legger				
15	15,7		16,2	1,1		7			4,22	mente smussato e non è				
16	16,8		17,3	1,2		7,7			5,15	possibile interporre u-				
17	17,8		18,3			8,4			5,47	na rondella a spigoli				
18	19		19,5	1,5		8,9			7,25	vivi.				
19	20		20,5			9,8			7,64					
20	21		21,5			10,6			7,8	1,5	10	1,6	1,7	8,05
21	22		22,5			11,6			8,1	–	–	–	–	–
22	23		23,5			12,6			8,35	1,5	11,6	1,6	1,7	8,82
24	25,2		25,9	1,8	1,2	14,2	1,3	1,4	11,6		13,2			11,6
25	26,2		26,9			15			12		14			12
26	27,2		27,9			15,6			12,5		14,8			12,5
28	29,4		30,1	2,1		17,4			13,3		16,4			15,8
30	31,4		32,1			19,4			13,7		18			16,9
31	32,7		33,4	2,6		19,6			13,8	–	–	–	–	–
32	33,7		34,4			20,2			13,9	1,5	19,6	1,6	1,7	22
34	35,7		36,5	3	1,5	22,2	1,6	1,7	23,2	1,75	21,2	1,85	2	23,2
35	37	H12	37,8			23,2			26,9	1,75	22			28,2
36	38		38,8			24,2			26,4	–	–	–	–	–
37	39		39,8			25			27,1	1,75	23,6	1,85	2	29,8
38	40		40,8			26			28,2	1,75	24,4			30,7
40	42,5		43,5	3,8	1,75	27,4	1,85	2	40,5	2	26	2,15	2,3	40,5
42	44,5		45,5			29,2			42,5		27,6			42,5
45	47,5		48,5			31,6			43,1		30			45,2
47	49,5		50,5			33,2			43,5		31,6			47,2
48	50,5		51,5			34,6			43,2	–	–	–	–	–
50	53		54,2	4,5	2	36	2,15	2,3	60,7	2,5	34	2,65	2,8	60,7
52	55		56,2			37,6			60,3		35,6			63
55	58		59,2			40,4			63,5		38			66,5
56	59		60,2			41,4			60,8	–	–	–	–	–

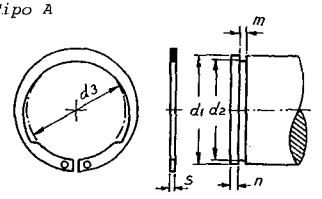
segue

segue: Anelli elastici di sicurezza per fori

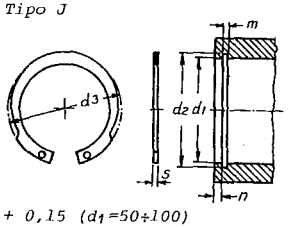
Dimensioni comuni					Serie normale UNI 7437					Serie pesante UNI 7438				
d_1	d_2 ° nom.	tol	d_3 nom.	n min	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°	s h11	d_4	m_1 H13	m_2 min	Car. kN°
58	61		62,2			43,2			61,5	–	–	–	–	–
60	63		64,2			44,4			62,1		42	3,15	3,3	72,5
62	65		66,2		2	46,4	2,15	2,3	61,7		43,8			74,8
63	66		67,2			47,4			61,6	–	–	–	–	–
65	68		69,2			48,8			78,2		46,6			78,2
68	71		72,5	4,5		51,4			81,7		49,4			81,7
70	73		74,5			53,4			84,2	3	51	3,15	3,3	84,2
72	75		76,5			55,4			86,5		52,6			86,5
75	78	H12	79,5		2,5	58,4	2,65	2,8	90		55,5			90
78	81		82,5			60			93,5	–	–	–	–	–
80	83,5		85,5			62			112	4	60	4,15	4,3	112
82	85,5		87,5			64			115	–	–	–	–	–
85	88,5		90,5			66,8			119	4	64,6	4,15	4,3	119
88	91,5		93,5			69,8			123	–	–	–	–	–
90	93,5		95,5	5,3		71,8			126	4	69	4,15	4,3	126
92	95,5		97,5		3	73,6	3,15	3,3	129	–	–	–	–	–
95	98,5		100,5			76,4			133	4	73,4	4,15	4,3	133
98	101,5		103,5			79			137	–	–	–	–	–
100	103,5		105,5			81			140	4	78	4,15	4,3	140
102	106		108			82,6			163					
105	109		112			85,6			168	Materiale: acc. bonif.				
108	112		115			88			173	da molle HRC 47÷52 o HV				
110	114		117			88,2			176	480÷558 ($d_1 \leq 38$), HRC 44÷				
112	116		119			90			179	49 o HV 440÷510 (d_1 = 40÷				
115	119		122	6		93			184	200), HRC 40÷45 o HV 392				
120	124		127			97			192	453 (d_1=210÷300) Rivest.				
125	129		132			102			199	brunitura o fosfataz. e				
130	134		137			107			207	oliatura. ° Toller.H 11				
135	139		142			113			215	se presenti forze di				
140	144		147			117			223	senso contrario alla				
145	149		152		4	122	4,15	4,3	231	tensione di sicurezza.				
150	155		158			125			300	Contrariamente d_2 può				
155	160		164			130			309	essere uguale a d_3 per				
160	165		169			133			319	aumentare lo spallam.				
165	170		174,5			138			319	•Resist.a carico pulzan				
170	175	H13	179,5			145			339	te o a rottura nelle				
175	180		184,5	7,5		149			348	sollec.a fatica o stat.				
180	185		189,5			153			345	riferiti al valore più				
185	190		194,5			157			349	basso di resist. della				
190	195		199,5			162			340	sede o dell'albero, pur				
195	200		204,5			167			330	ché l'elemento di appog				
200	205		209,5			171			325	gio abbia spigoli vivi				
210	216		222			181			500	e il mater. della sede				
220	226		232			191			522	abbia Re ≥ 300 N/mm².				
230	236		242	9		201			549	Es. design. anello nor-				
240	246		252			211			525	male co d_1 = 30 mm:				
250	256		262		5	221	5,15	5,3	505	Anello UNI 7437 - 30.				
260	268		275			227			540					
270	278		285			237			518					
280	288		295	12		247			500					
290	298		305			257			482					
300	308		315			267			465					

Anelli "Seeger" V per alberi (A) e per fori (J)

Tipo A



Tipo J



$m = s + 0,1$ (d_1=12÷48); $+ 0,15$ (d_1=50÷100)

d_1	s h11	d_3	d_2	tol −	n	Fr° kN	Ng* x100	d_1	s h11	d_3	d_2	tol +	n	Fr° kN
12		11	11,5		0,7	8,6	785	16		17,3	16,8	,11	1,2	9,8
13		11,9	12,4		0,9	8,6	640	17		18,3	17,8			9,2
14	1	12,9	13,4			8	558	18		19,5	19			9,1
15		13,8	14,3	,11	1	8,1	502	19	1	20,5	20			8,6
16		14,7	15,2		1,2	8	454	20		21,5	21	,15	1,5	8,6
17		15,7	16,2			8	409	21		22,5	22			8,5
18		16,5	17			14,5	388	22		23,5	23			8,3
20		18,5	19	,15	1,5	14,3	320	24		25,9	25,2			14,2
22	1,2	20,5	21			13,9	269	25		26,9	26,2		1,8	14,5
24		22,2	22,9			13,7	274	26		27,9	27,2	,21		15
25		23,2	23,9		1,6	13,8	252	27	1,2	29,1	28,4			14,7
26		24,2	24,9	,21		13,8	246	28		30,1	29,4		2,1	15
28		25,9	26,6		2,1	27,5	222	30		32,1	31,4			14,6
30		27,9	28,6			27	194	32		34,4	33,7		2,5	13,8
32	1,5	29,6	30,3			26,5	174	33		35,5	34,7			13,5
34		31,5	32,3		2,5	26,1	145	35		37,8	37			25,9
35		32,2	33			26,1	159	36	1,5	38,8	38	,25	3,0	27
40		36,5	37,5			41,2	147	38		40,8	40			27,5
42		38,5	39,5	,25		41,2	128	40		43,5	42,5			44,6
45	1,75	41,5	42,5		3,8	40,7	110	42		45,5	44,5			44,6
47		43,5	44,5			40,2	103	45	1,75	48,5	47,5		3,8	43,1
48		44,5	45,5			40,2	102	47		50,5	49,5			44,1
50		45,8	47			56,9	103	48		51,5	50,5			47,1
55	2	50,8	52			56,9	89,3	50		54,2	53			67,7
58		53,8	55			54,9	79	52		56,2	55			65,2
60		55,8	57			54,4	72,2	55	2	59,2	58			64,7
65		60,8	62		4,5	102	61,6	58		62,2	61			62,8
70		65,5	67	,30		101	61,4	60		64,2	63	,30	4,5	60,8
72	2,5	67,5	69			102	57,5	62		66,2	65			58,8
75		70,5	72			98	52,2	65		69,2	68			120
80		74,5	76,5			94,7	55,7	68	2,5	72,5	71			121
82		76,5	78,5			98	52,3	72		76,5	75			117
85		79,5	81,5			164	50,2	80		85,5	83,5			108
87		81,5	83,5		5,3	161	47,5	85		90,5	88,5			173
90	3	84,5	86,5	,35		154	41,2	90	3	95,5	93,5	,35	5,3	166
95		89,5	91,5			149	40,9	95		100,5	98,5			165
100		94,5	96,5			141	26,1	100		105,5	103,5			162

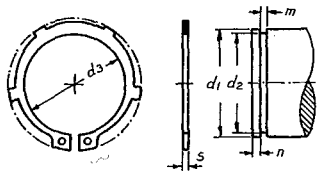
Esempio design: Anello A 20x1,2 V

Esempio design: Anello J 25x1,2 V

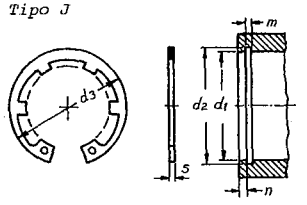
° Fr=Resist. anello sollec. da un particolare a spigolo vivo. * Ng= giri/min max. Mater. acc.da molle fosfatato e oliato. Tratt. zinc. o cadmiato.A richiesta: acc. inox bronzi Sn o Be. Riv. Cu,Ni,Cr,Sn.

Anelli "Seeger" K per alberi (A) DIN 983 - per fori (J) DINI 984

Tipo A



Tipo J

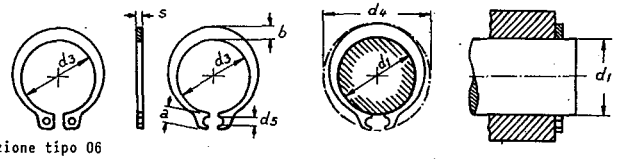


$m = s + 0,1$ (d_1=16 48; $+ 0,15$ (d_1=50 170)

d_1	s h11	d_3	d_2	tol −	n	Fr° kN	Ng° x100	d_1	s h11	d_3	d_2	tol +	n	Fr° kN
16	1	14,7	15,2		1,2	8,9	454	16		17,3	16,8	,11	1,2	7,8
17		15,7	16,2	,11		9,4	409	17		18,3	17,8			7,7
18		16,5	17			16,7	378	18	1	19,5	19			8
19		17,5	18			16,7	334	19		20,5	20		1,5	7,7
20		18,5	19		1,5	16,8	304	20		21,5	21	,15		7,6
22	1,2	20,5	21	,15		16,6	257	22		23,5	23			8,2
23		21,5	22			16,3	238	23		24,6	24,1		1,6	13,6
24		22,2	22,9			15,8	261	24		25,9	25,2			13,6
25		23,2	23,9		1,6	15,9	242	25		26,9	26,2	,21	1,8	14,3
26		24,2	24,9	,21		15,8	224	26	1,2	28,5	27,2			13,6
28		25,9	26,6		2,1	31,5	202	28		30,1	29,4		2,1	13
30		27,9	28,6			31,5	179	30		32,1	31,4			13,4
32	1,5	29,6	30,3		2,5	30,6	155	32		34,4	33,7		2,5	13,5
34		31,5	32,3			30,7	155	34		36,5	35,7			25,7
35		32,2	33		3,0	30,2	148	35	1,5	37,8	37	,25	3,0	26,4
38		35,2	36			48,5	129	38		40,8	40			27,6
40		36,5	37,5	,25		50	135	40		43,5	42,5			43;7
42	1,75	38,5	39,5			49	126	42	1,75	45,5	44,5		3,8	43,8
45		41,5	42,5		3,8	48	110	45		48,5	47,5			42,3
48		44,5	45,5			48,4	90,5	48		51,5	50,5			42,4
50		45,8	47			71,9	100	50		54,2	53			59,6
55		50,8	52			70	84,6	55		59,2	58			59,1
58	2	53,8	55			69,7	77,5	58	2	62,2	61			59,6
60		55,8	57			68	72	60		64,2	63	,30	4,5	59,8
62		57,8	59		4,5	68	68	62		66,2	65			59,7
65		60,8	62	,30		133	63	65		69,2	68			119
68		63,5	65			133	66	68		72,5	71			119
70	2,5	65,5	67			132	70	70	2,5	74,5	73			117
75		70,5	72			127	55	75		79,5	78			116
80		74,5	76,5			126	58	80		85,5	83,5			118
85		79,5	81,5			211	52	85		90,5	88,5			198
90	3	84,5	86,5		5,3	213	47,5	90	3	95,5	93,5	,35	5,3	195
95		89,5	91,5	,54		208	42,5	93		100,5	98,5			191
100		94,5	96,5			202	40	100		105,5	103,5			184
110		103	106			448	41,5	110		117	114	,54		407
120	4	113	116			416	35	120		127	124		6,0	388
130		123	126		6,0	388	30,5	130		137	134			367
140		133	136	,63		369	26,4	140	4	148	144			343
								150		158	155	,63		320
								160		169	165		7,5	315
								170		179,5	175			342

Esempio design. Anello A 30x1,5 K
" " Anello J 30x1,2 K
Note e mater. vedi Anelli tipo V.

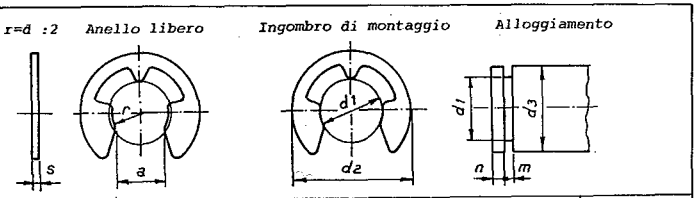
Anelli elastici "Seeger" tipo G per alberi senza cava



Esecuzione tipo 06

d_1 h10	s	d_3	d_3 toll±	a max	b	ds min	tipo	d_4	Forza di bloc.N	Rot.max giri/min x10³	Massa kg/1000
1,5	0,4	1,4	0,020	1,7	0,7	0,9	-	5,1	39	350	0,013
2,0	0,6	1,9		1,9	1,0	0,9	-	6,0	49	260	0,036
2,2	0,6	2,05	0,025	1,9	1,1	0,9	-	6,2	49	270	0,038
2,5	0,6	2,35	0,030	1,9	1,2	0,9	-	6,5	59	220	0,045
2,8	0,6	2,65	0,035	2,0	1,3	0,9	-	7,0	69	190	0,057
3,0	0,6	2,85	0,040	2,1	1,4	0,9	-	7,4	74	170	0,065
3,5	0,6	3,3	0,050	2,3	1,6	1,2	-	8,3	88	150	0,081
4,0	0,8	3,8	0,060	2,7	1,8	1,2	-	8,6	98	125	0,154
4,5	0,8	4,25		2,9	2,0	1,3	-	10,5	118	120	0,173
5,0	0,8	4,75		2,9	2,2	1,3	-	11,0	127	100	0,200
5,5	0,8	5,2	0,075	3,0	2,2	1,3	-	11,7	147	90	0,216
6,0	1	5,7		3,2	2,4	1,4	-	12,6	167	81	0,402
7,0	1	6,7		3,4	2,7	1,4	-	14,0	176	63	0,428
8,0	1	7,7	0,090	3,5	3,0	1,4	-	15,2	196	52	0,524
9,0	1,2	8,65		4,7	3,3	2,0	-	18,6	226	46	0,808
10	1,2	9,65		4,7	3,5	2,0	-	19,6	245	39	0,944
10,5	1,2	10,2		4,0	3,8	1,5	-	18,7	255	34	1,100
11	1,2	10,6		4,8	4,2	2,0	-	20,8	274	37	1,208
12	1,2	11,6		4,8	4,6	2,0	-	21,8	294	33	1,454
13	1,2	12,55		5,3	5,0	2,0	-	23,8	314	31	1,750
13,8	1,5	13,3	0,110	5,1	5,4	2,2	-	24,8	343	30	2,492
14	1,5	13,5		5,1	5,4	2,2	-	25,0	343	29	2,456
15	1,5	14,5		5,1	5,6	2,2	-	26,4	392	26	2,716
16	1,5	15,4		5,6	5,8	2,5	-	27,8	490	26	2,940
17	1,75	16,35		6,0	6,2	2,5	-	29,6	588	24	4,010
18	1,75	17,3		6,1	6,6	2,5	-	31,4	686	23	4,460
20	1,75	19,3		6,1	7,1	2,5	-	34,4	686	20	5,270
22	1,75	21,2		6,6	7,4	2,5	-	37,0	735	18	6,060
24	1,75	23,15	0,130	6,6	7,8	2,5	-	39,8	735	16	7,000
25	1,75	24,15		6,6	8,2	2,5	-	41,6	735	15	7,450
30	1,75	29		9,0	9,0	2,5	-	48,2	735	12	10,00
Esecuzione speciale tipo 06. Esempio design. per d = 9: G9x1,2-06											
5,0	0,8	4,75	0,075	2,8	2,2	1,3	06	10,8	118	100	0,200
6,0	1	5,7		3,0	2,5	1,3	06	12,2	167	84	0,410
8,0	1	7,7	0,090	3,9	3,0	2,0	06	16,0	196	52	0,530
9,0	1,2	8,65		3,6	3,3	1,5	06	16,4	226	46	0,794
11,0	1,2	10,6		4,3	4,2	1,7	06	19,8	274	37	1,230
12,0	1,2	11,6		4,3	4,6	1,7	06	21,4	294	33	1,484
13,0	1,2	12,55	0,110	4,7	5,0	2,0	06	23,2	314	31	1,726
15,0	1,5	14,5		5,3	5,6	2,0	06	26,4	392	26	2,836
16,0	1,5	15,4		5,5	5,9	2,0	06	28,0	490	26	3,110
17,0	1,75	16,35		6,5	6,3	2,5	06	30,2	588	25	4,350
Durezza HRC 46-51 o HV 470-540. Es. desig. per d = 9: G9x1,2.											

Anelli elastici di sicurezza ad espansione per alberi

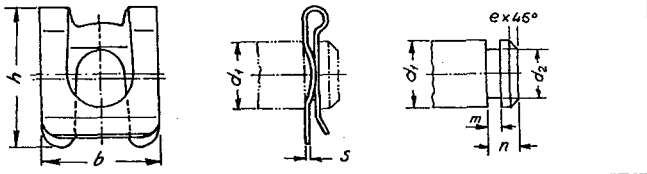


Des. d	Anello d_2	a H10	s nom	s toll.	Alloggiamento d h	d_3 min	d_3 max	m nom	m toll.	n min	car. ass. * d_3 (N) min	max
0,8	2	0,58	0,2	±0,02	0,8	1	1,4	0,24	+0,02 0	0,4	20	30
1,2	3	1,01	0,3		1,2	1,4	2	0,34		0,6	40	80
1,5	4	1,28	0,4		1,5	2	2,5	0,44		0,8	70	120
1,9	4,5	1,61	0,5		1,9	2,5	3	0,54	+0,03 0	1	100	200
2,3	6	1,94	0,6		2,3	3	4	0,64		1	140	320
3,2	7	2,70	0,6		3,2	4	5	0,64		1	200	450
4	9	3,34	0,7		4	5	7	0,74		1,2	300	650
5	11	4,11	0,7		5	6	8	0,74		1,2	400	750
6	12	5,26	0,7		6	7	9	0,74		1,2	500	1000
7	14	5,84	0,9		7	8	11	0,94		1,5	600	1200
8	16	6,52	1,0	±0,03	8	9	12	1,05	+0,06 0	1,8	700	1700
9	18,5	7,63	1,1		9	10	14	1,15		2	800	2000
10	20	8,32	1,2		10	11	15	1,25		2	900	2200
12	23	10,45	1,3		12	13	18	1,35		2,5	1000	2400
15	29	12,61	1,5		15	16	24	1,55		3,0	1300	3000
19	37	15,92	1,75		19	20	31	1,80		3,5	1500	4250
24	44	21,88	2,0		24	25	38	2,05		4,0	2000	5500

Materiale: acc. bonif. HV 470-560
Superf. brunit. o fosfat.e oliate
Altro mater. o tratt. a richiesta

* Alberi con R = 500 N/mm².
Esempio design. per d = 10 mm:
Anello UNI 7434-10

Fermagli di sicurezza per perni o alberi

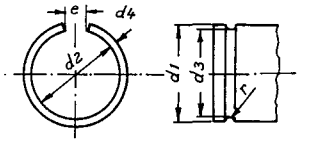


d_1	-	4	5	6	8	10	12	14	16
b	+0,2/-0,1	7	9	11	14	18	22	25	28
h	+0,2	8,5	10,8	14,2	17,3	22	26	29,7	34
s	0/-0,05	0,3	0,35	0,35	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
F	Car. ass. hN	10	13	15	36	64	96	113	135
d_2	g10	3,2	4	5	6	8	9	10	12
e	-	0,5	0,7	1	1	1,2	1,2	1,2	1,5
m	+0,1/0	0,64	0,74	0,74	0,94	1,05	1,15	1,25	1,35
n	-	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5,5	6

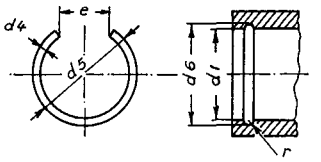
Materiale: nastro acc. UNI 7064 HV 394-498. Superf. naturale e oliata. Altro mater. o altro rivestimento da concordare. Es. designaz. per perni o alberi d = 10: Fermaglio UNI 8834-10

Anelli elastici di arresto ed alloggiamenti per alberi e fori

Forma A (per alberi)



Forma B (per fori)



Es. des. Anello UNI 7433-A-10

Alb. d_1	d_2 nom	d_3 nom	d_4 *	e ~	r	V.ang. g/min
4	3,1	3,2	0,8	1	0,5	175000
5	4,1	4,2	0,8	1	0,5	112000
6	5,1	5,2	0,8	1	0,5	77000
7	6,1	6,2	0,8	2	0,5	57000
8	7,1	7,2	0,8	2	0,5	44000
10	9,1	9,2	0,8	2	0,5	28000
12	10,8	11	1	3	0,6	24000
14	12,8	13	1	3	0,6	17800
16	14,2	14,4	1,6	3	0,9	22000
18	16,2	16,4	1,6	3	0,9	17300
20	17,7	18	2	3	1,1	17500
22	19,7	20	2	3	1,1	14500
24	21,7	22	2	3	1,1	12200
25	22,7	23	2	3	1,1	11000
26	23,7	24	2	3	1,1	10300
28	25,7	26	2	3	1,1	8900
30	27,7	28	2	3	1,1	7800
32	29,1	29,5	2,5	4	1,4	8500
35	32,1	32,5	2,5	4	1,4	7200
38	35,1	35,5	2,5	4	1,4	6100
40	37,1	37,5	2,5	4	1,4	5500
42	39	39,5	2,5	4	1,4	5000
45	42	42,5	2,5	4	1,4	4300
48	45	45,5	2,5	4	1,4	3800
50	47	47,5	2,5	4	1,4	3500
55	51,1	51,8	3,2	4	1,8	3700
60	56,1	56,8	3,2	4	1,8	3100
65	61,1	61,8	3,2	4	1,8	2650
70	66	66,8	3,2	5	1,8	2300
75	71	71,8	3,2	5	1,8	2000
80	76	76,8	3,2	5	1,8	1750
85	81	81,8	3,2	5	1,8	1550
90	86	86,8	3,2	5	1,8	1380
95	91	91,8	3,2	5	1,8	1240
100	95,8	96,8	3,2	5	1,8	1120
105	100,8	101,8	3,2	5	1,8	1030
110	105,8	106,8	3,2	5	1,8	930
115	110,8	111,8	3,2	5	1,8	850
120	115,8	116,8	3,2	5	1,8	780
125	120,8	121,8	3,2	5	1,8	720

* Toll. su d_4 UNI 3823. Materiale filo C UNI 3823 (d_4 fino a 1 mm),

Es. des. Anello UNI 7433-B-12

Foro d_1	d_4 *	d_5 nom	d_6 nom	e ~	r
7	0,8	7,9	7,8	4	0,5
8	0,8	8,9	8,8	4	0,5
10	0,8	10,9	10,8	4	0,5
12	1	13,2	13	6	0,6
14	1	15,2	15	6	0,6
16	1,6	17,8	17,6	8	0,9
18	1,6	19,8	19,6	8	0,9
20	2	22,3	22	10	1,1
22	2	24,3	24	10	1,1
24	2	26,3	26	10	1,1
25	2	27,3	27	10	1,1
26	2	28,3	28	10	1,1
28	2	30,3	30	10	1,1
30	2	32,3	32	10	1,1
32	2,5	34,9	34,5	12	1,4
35	2,5	37,9	37,5	12	1,4
38	2,5	40,9	40,5	12	1,4
40	2,5	42,9	42,5	12	1,4
42	2,5	45	44,5	16	1,4
45	2,5	48	47,5	16	1,4
48	2,5	51	50,5	16	1,4
50	2,5	53	52,5	16	1,4
55	3,2	58,9	58,2	20	1,8
60	3,2	63,9	63,2	20	1,8
65	3,2	68,9	68,2	20	1,8
70	3,2	74	73,2	25	1,8
75	3,2	79	78,2	25	1,8
80	3,2	84	83,2	25	1,8
85	3,2	89	88,2	25	1,8
90	3,2	94	93,2	25	1,8
95	3,2	99	98,2	25	1,8
100	3,2	104,2	103,2	32	1,8
105	3,2	109,2	108,2	32	1,8
110	3,2	114,2	113,2	32	1,8
115	3,2	119,2	118,2	32	1,8
120	3,2	124,2	123,2	32	1,8
125	3,2	129,2	128,2	32	1,8

filo B UNI 3823 (d_4 oltre 1 mm). Forniti indur. e rinven. Rivest. superf.: brunitura o fosfatazione e oliatura. Per altri rivestimenti, indicarli nella designazione.

Anelli di arresto per carichi assiali elevati

Aumento della capacità di carico dell'anello di arresto

La capacità di carico Fr di un anello di arresto si può avere con la formula: $Fr = \beta K/h$ in cui β = angolo ammissibile d'inflessione, K = fattore di resistenza all'inflessione, h =braccio di leva della forza assiale.La fig. 1 mostra

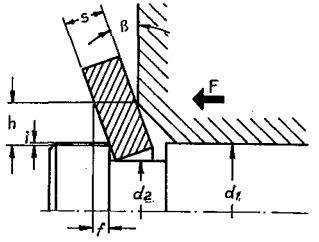


Fig. 1 -

un anello montato su un'albero e deformato per inflessione(esagerato per maggior chiarezza). L'angolo ammissibile é all'incirca inversamente proporzionale alla larghezza s dell'anello, mentre il fattore K é proporzionale al cubo della larghezza e cioé a s^3. La capacità di carico assiale Fr risulta perciò in prima approssimazione proporzionale al quadrato

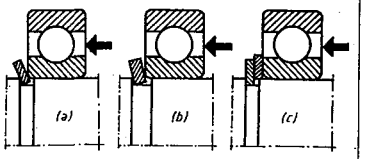


Fig. 2 -

della larghezza dell'anello ed inversamente al valore del braccio h d'azione della forza assiale. Di conseguenza é possibile aumentare detta capacità di carico, aumentando la larghezza dell'anello e riducendo il braccio d'azione della forza. La larghezza s dell'anello e il braccio di leva h, hanno un' influenza sull'entità dello spostamento assiale f, che si ottiene dalla formula $f=Fh^2/K$, in cui: F=forza assiale. Allo scopo di ottenere, per una data forza assiale, il minimo spostamento in tale direzione, é auspicabile, come già detto per quanto riguarda la capacità di carico, avere un piccolo braccio di leva e un anello di larghezza relativamente elevata. Come primo passo é consigliabile usare anelli serie pesante il cui fattore di carico varia da 1,58 a 2,78 (per alberi) e da 1,31 a 2,25 (per alloggiam.). Nei cuscinetti (esec. N), le scanalature sull'anello esterno sono sempre larghe per contenere un anello di serie pesante. In certi casi é possibile usare anelli serie pesante con resistenza all'inflessione doppia della normale. Se la capacità di carico assiale di un anello pesante (fig. 2b) risulta

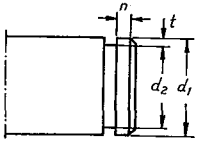


Fig. 3 -

ancora insufficiente, é possibile diminuire l'influenza del raccordo, inserendo una rondella d'appoggio (fig. 2c) così da ottenere uno spalleggiamento a spigolo vivo. Queste rondelle devono essere di acciaio temprato a cuore con una durezza di almeno 44 HRC. Per aumentare la capacità di carico della scanalatura si può: 1°) aumentare la sua profondità, assumendo la seguente regola: d2 min $\geq$ d3 max (per alberi) d2 max $\leq$ d3 min (per alloggiamenti).2°) aumentare la durezza del materiale nel quale é ricavata la scanalatura, magari eseguendo su di esso un appropriato trattamento termico. Il valore raccomandato, di norma,per il rapporto tra la lunghezza n dell'orletto di estremità e la profondità della scanalatura t é n/t = 3 (vedi fig. 3).

segue

segue: Anelli d'arresto per carichi assiali elevati

Quando gli anelli d'arresto sono soggetti a forti carichi assiali e si hanno elevate esigenze di sicurezza dovrebbero, quando ciò é possibile, essere vincolati radialmente come indicato in fig. 4

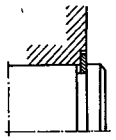


Fig. 4 -

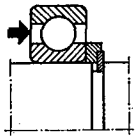


Fig. 5 -

In questo caso, sono da preferire anelli Seeger tipo V oppure K, la scanalatura può essere più profonda, come detto al punto 1 (fig.3) Il vincolo radiale può essere anche eseguito come indicato in figura 5. Altre soluzioni sono indicate in fig. 6 dove E é un anello in due pezzi, tenuti assieme da un collarino W. L'anello Seeger, blocca il collarino assialmente, ed ha quindi una funzione secondaria. In fig. 7 invece, l'anello E

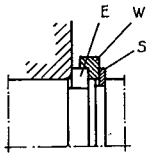


Fig. 6 -

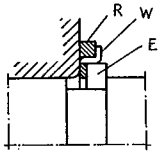
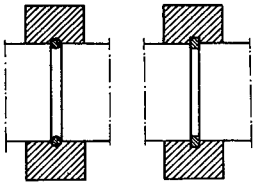


Fig. 7 -

in due pezzi,é bloccato da una rosetta W munita di alette, le quali, prima bloccano l'anello E e, successivamente, piegate in alto, bloccano l'anello interno R.
Si può impedire, agli anelli per alloggiamenti, di staccarsi dalla scanalatura, sotto l'azione di forti carichi assiali, usando anelli che presentano, a montaggio ultimato, un distacco minimo fra l'estremità affacciate; per montarli, tali estremità devono venire sovrapposte. Se durante il funzionamento, eventuali forze tendono a determinare il distacco dell'anello dalla relativa scanalatura, il fenomeno si arresterà quando le estremità sono a contatto. Lo smontaggio viene effettuato ripiegando una delle estremità dell'anello di arresto, eventualità che non può verificarsi per effetto delle forze normalmente in gioco nell'applicazione.



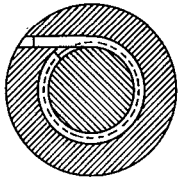


Fig. 8 -

In fig. 8 é illustrato un vecchio metodo di fissaggio assiale, sempre interessante in alcuni casi. Il filo da inserire nella scanalatura può essere tondo, quadrato o rettangolare.
L'entità delle forze assiali che possono essere sopportate, dipendono, in linea generale, dalla pressione ammissibile nelle pareti della scanalatura. Nella fig. 8, un fissaggio assiale di un particolare di macchina a mezzo di un filo d'acciaio inserito in una scanalatura.

Selez. da Riv. dei cusc. RIV-SKF R. Hübener, Seeger-Orbis, Königs.

Anelli d'arresto per alberi rotanti ad alta velocità

Un anello d'arresto di qualsiasi forma é mantenuto nella relativa scanalatura dalla propria forza elastica. Su alberi rotanti ad alta velocità, per effetto della forza centrifuga, l'anello può fuoruscire dalla sua sede e dar luogo a danneggiamenti. Se la velocità max di rotazione non é indicata nella relativa tabella, può essere ottenuta dalla formula

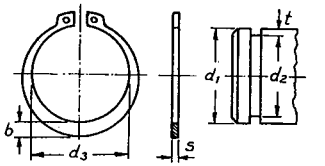


Fig. 1 -

$$n\ max = \frac{37200000b}{(d_2+b)^2}\sqrt{\frac{d_2-d_3}{d_3+b}}$$

Questo vale per gli anelli montabili assialmente, tenendo presente che d_3, deve essere misurato prima di montarlo anche una sola volta sull'albero e che comunque, l'anello non abbandonerà la scanalatura fino a che la velocità max

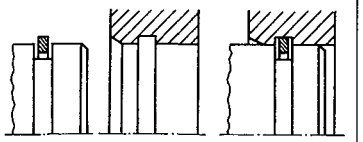


Fig. 2 -

trovata non sia stata superata del 50%. Per anelli di materiale diverso dall'acciaio per molle, il risultato della formula sarà moltiplicato per 0,72 per il bronzo al fosforo e per 0,75 per il bronzo al berillio. Un aumento della velocità limite può essere ottenuto, aumentando il diametro d_2 della scanalatura. Per esempio aumentando d_2 da 23,9 a 24,2 a un anello 25 UNI 7435, si incrementa la velocità del 17%. La profondità della scanalatura diminuita di 0,4 mm é in genere accettabile. Se non si ha necessità di successivo smontaggio, una soluzione accettabile può essere quella indicata nella fig. 2. In questo caso la profondità della scanalatura deve essere un po maggiore dell'ingombro radiale dell'anello a scatto. Lo smontaggio é praticamente impossibile. Altre soluzioni pratiche e affidabili sono quelle già illustrate nelle figg. 4, 5, 7 e 8 per anelli di arresto soggetti a carichi assiali elevati. Per anelli di un certo diametro, il vincolo radiale, può anche essere eseguito come mostrato

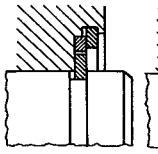


Fig. 3 -

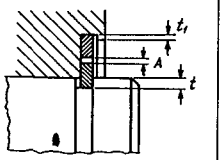
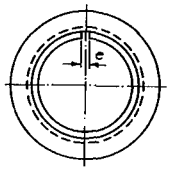


Fig. 4 -

in Fig. 3, mediante altri due anelli, oppure come in Fig. 4 con un solo anello, tenendo presente che la distanza A deve essere un po più grande di t_1, ma sensibilmente minore di t.

- Equilibratura -

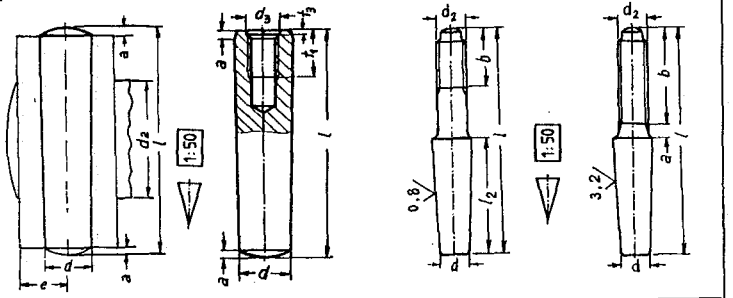
Quando é necessario montare un anello di arresto su un particolare che deve risultare equilibrato per superare le difficoltà derivanti dalla equilibratura del particolare già montato e degli eventuali spostamenti dell'anello rispetto al pezzo, é consigliabile scegliere un anello a spessore ra



diale costante (Fig. 5). La luce "e" fra le estremità, ha effetti trascurabili di squilibratura.

Spine coniche

Coniche			Con foro filettato		Con gambo filettato	
UNI 7283	UNI-ISO 2339		UNI-ISO 8736		UNI 7285	UNI-ISO 8737
Ra 0,8	A	B	A	B		
temprate	non temprate		non temprate		temprate	non temprate



coniche			applicazioni		con foro filettato							con gambo filettato						
												valori comuni					tem	n.t.
d	a	l	d_2	e	d	a	d_2	d_3	t	t_3	l	d	b	d_2	l(*)	l_2	a	
0,6	,08	4÷8	>1,3÷2	2	6	0,8	M 4	4,3	6	1	16÷60	5	14	M 5	40÷50	25	2,4	
0,8	,1	5÷12	> 2÷3	2,5	8	1	M 5	5,3	8	1,2	18÷80	6	18	M 6	45÷60	30	3	
1	,12	6÷16	> 3÷4	3	10	1,2	M 6	6,4	10	1,2	22÷100	8	22	M 8	55÷75	40	4	
1,2	,16	6÷20	> 4÷5	3,5	12	1,6	M 8	8,4	12	1,2	26÷120	10	24	M10	65÷100	45	4,5	
1,5	,2	8÷24	> 5÷6	4	16	2	M10	10,5	16	1,5	32÷160	12	27	M12	85÷120	55	5,3	
2	,25	10÷36	> 6÷7	4,5	20	2,5	M12	13	18	1,5	40÷200	16	35	M16	100÷160	72	6	
2,5	,3	10÷36	> 7÷8	4,5	25	3	M16	17	24	2	50÷200	20	35	M16	120÷190	85	6	
3	,4	12÷45	> 8÷11	5	30	4	M20	21	30	2	60÷200	25	40	M20	140÷250	100	7,5	
4	,5	14÷56	> 11÷17	6	40	5	M20	21	30	2,5	80÷200	30	46	M24	160÷280	110	9	
5	,63	18÷60	> 17÷23	7,5	50	6,3	M24	25	36	2,5	100÷200	40	58	M30	190÷320	130	10,5	
6	,8	22÷90	> 23÷30	9								50	70	M36	220÷400	150	12	
8	1	22÷120	> 30÷45	10,5														
10	1,2	26÷160	> 45÷75	12														
12	1,6	32÷180	> 75÷110	15														
16	2	40÷200	>110 160	18														
20	2,5	45÷200	>160 coordi-															
25	3	50÷200	namento															
30	4	56÷200	libero															
40	5	60÷200																
50	6,3	65÷200																

Tipo A = rettificata, Ra = 0,8 μm.
Tipo B = tornita, Ra = 3,2 μm.
Serie l = 3-4-5-6-8-10-12-14-16-18-20-22-24-26-28-30-32-35-40-45-50-55-60-65-70-75 80-85-90-95-100-120-140-160-180-200.
*Serie l (gambo filettato) = 40-45-50-55-60- 65-75-85-100-120-140-160-190-220-250-280-320-360-400.

Materiale -
Acciaio con R ≥1000 N/mm², resilienza KCU ≥ 55 J/cm² . Altro materiale se concordato (temprate).
St = acciaio per lavorazione alta velocità, durezza da 125 a 245 HV, altro materiale se concordato (non temprate).
Finitura -
Come da lavorazione e rivestimento con antiossidante, rivestimenti preferenziali : ossidazione nera, chimici fosfatici, o elettrolitici di zinco con uno strato di conversione ai cromati, altri rivestimenti se concordati (non temprate).
Designazioni
Spina conica con d = 10, l = 65:
(temprata):
Spina UNI 7283 - 10x65.
(non temprata):
Spina UNI-ISO 2339-A-10x65-St.
(con foro filettato):
Spina UNI-ISO 8736-A-10x65-St.
(con gambo filett. temprata):
Spina UNI 7285 - 10x65.
(con gambo filett. non temprate):
Spina UNI-ISO 8737-10x65-St.

Applicazione delle spine coniche (conicità 1:50)

La trasformazione di un foro cilindrico in foro conico atto a contenere una spina conica di un certo diametro e lunghezza, può provocare all'alesatore una notevole usura per la durezza del materiale (ghisa, acciaio, bronzo, ecc.) e la possibilità di rottura per l'intasamento dei taglienti per alcune leghe (acciaio inossidabile alluminio ecc.).

Praticando invece una foratura a scalare come indicato in figura 1, oltre a ridurre al minimo i suddetti inconvenienti, si riduce, anche notevolmente, il tempo di alesatura conica del foro.

La tabella riporta i diametri normali delle punte elicoidali i diametri d delle spine in corrispondenza del primo foro da eseguire (leggermente più piccolo di d) e i diagrammi delle lunghezze (massime) delle spine.

Le ascisse, in corrispondenza dei punti segnati sui diagrammi (escluso l'ultimo a destra) indicano gli altri diametri via via più grandi di foratura dei tratti successivi.

Per spine di lunghezza minore, si può dividere questa in due o più parti, anche non uguali. Le ascisse dei punti così stabiliti indicheranno il diametro esatto o quello immediatamente inferiore della punta elicoidale da usare.

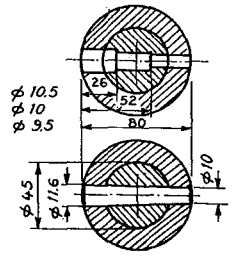
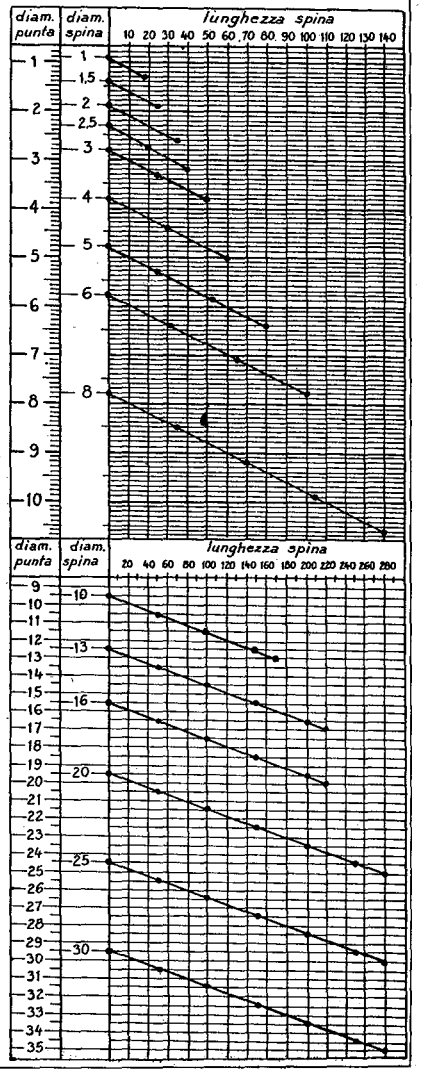
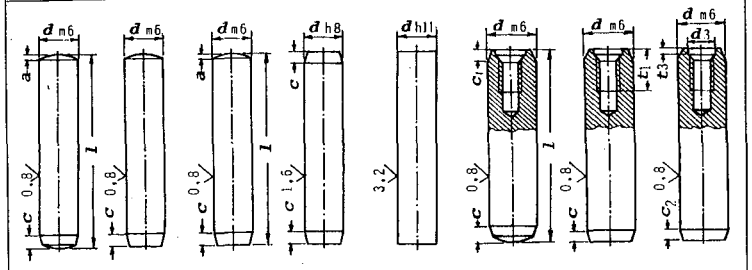


Figura 1 -
Esempio applicaz. spina 10x80.



Spine cilindriche - Spine cilindriche con foro filettato

Spine cilindriche					Spine cil. con foro filettato		
UNI-ISO 8734		UNI-ISO 2338			UNI-ISO 8735		UNI-ISO 8733
Tipo A	Tipo B	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo A	Tipo B	
temprate	cement.	non temprate			temprate	cement.	non tempr.



Spine cilindriche							Spine cilindriche con foro filettato									UNI-ISO 8735	UNI-ISO 8733
temprate				non temprate			valori comuni										
UNI-ISO 8734				UNI-ISO 2338													
d	a	c	l*	a	c	l*	d	d_2	d_3	t_1	t_3	c_1	l*	c	c_2
0,6	-	-	-	0,08	0,12	2-6	6	M 4	4,3	6	1	0,8	16-60	2,1	1,2
0,8	-	-	-	0,1	0,16	2-8	8	M 5	5,3	8	1,2	1	18-80	2,6	1,6
1	0,12	0,5	3-10	0,12	0,2	4-10	10	M 6	6,4	10	1,2	1,2	22-100	3	2
1,2	-	-	-	0,16	0,25	4-12	12	M 6	6,4	12	1,2	1,6	26-120	3,8	2,5
1,5	0,2	0,6	4-16	0,2	0,3	4-16	16	M 8	8,4	16	1,5	2	32-160	4,6	3
2	0,25	0,8	5-20	0,25	0,35	6-20	20	M 10	10,5	18	1,5	2,5	40-200	6	3,5
2,5	0,3	1	6-25	0,3	0,4	6-24	25	M 16	17	24	2	3	50-200	6	4
3	0,4	1,2	8-30	0,4	0,5	8-30	30	M 20	21	30	2	4	60-200	7	5
4	0,5	1,4	10-40	0,5	0,63	8-40	40	M 20	21	30	2,5	5	80-200	8	6,3
5	0,63	1,7	12-50	0,63	0,8	10-50	50	M 24	25	36	2,5	6,3	100-200	10	8
6	0,8	2,1	14-60	0,8	1,2	12-60									
8	1	2,6	18-80	1	1,6	14-80									
10	1,2	3	22-100	1,2	2	18-95									
12	1,6	3,8	26-100	1,6	2,5	22-140									
16	2	4,6	40-100	2	3	26-180									
20	2,5	6	50-100	2,5	3,5	36-200									
25	-	-	-	3	4	50-200									
30	-	-	-	4	5	60-200									
40	-	-	-	5	6,3	80-200									
50	-	-	-	6,3	8	140-200									

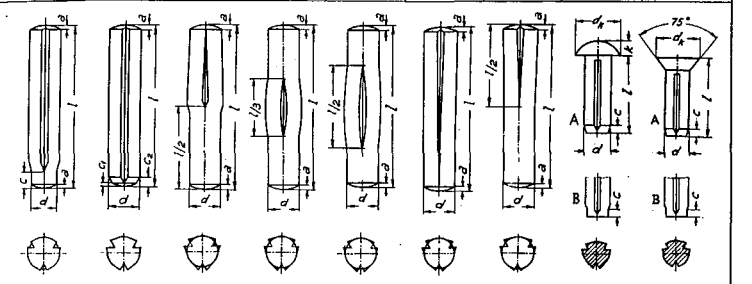
*Serie l = 2-3-4-5-6-8-10-12-14-16-18-20-22-24-26-28-30-32-36-40-45-50-55-60-65-70 75-80-85-90-95-100-120-140-160- 180- 200.
Materiale:
St = acciaio lavorazione alta velocità.
Durezze:
Da 550 a 650 HV30 (temprate).
Da 600 a 700 HV1, spessore di cementazione da 0,25 a 0,4 mm:
550 HV1 min (cementate).
Finitura:
Normale come da lavorazione e rivestite con lubrificante antiossidante.

Rivestimenti preferenziali:
Ossidazione nera (tutte). Rivestmenti non elettrolitici di zinco (temprate). Rivestimenti chimici fosfatici o elettrolitici di zinco con uno strato di conversione ai cromati (non temprate).
Altri rivestimenti se concordati.

Esempi di designazione -
Spina cilindrica con d = 10, l = 60 mm:
(temprata)
Spina UNI-ISO 8734 - 10x60-A- St.
(non temprata)
Spina UNI-ISO 2338 - A-10x60- St.
(cementata)
Spina UNI-ISO 8734 - 10x60 -B- St.
(con foro filettato temprata)
Spina UNI-ISO 8735 - 10x60-A- St.
(con foro filettato cementata)
Spina UNI-ISO 8735 - 10x60-B- St.
(con foro filettato non temprata)
Spina UNI-ISO 8733 - 10x60 - St.

Spine con intagli: (UNI-ISO 8739 ÷ 8747)

a tutta lunghezza		1/2 lung.	1/3 lung.	1/2 lung.	tutta l.	1/2 lung.	a tutta lunghezza	
estrem. cilindr.	con smusso	forzam. centr.	centrali		conici f. estr.		con testa: tonda	svasat.
8739	8740	8741	8742	8743	8744	8745	8746	8747



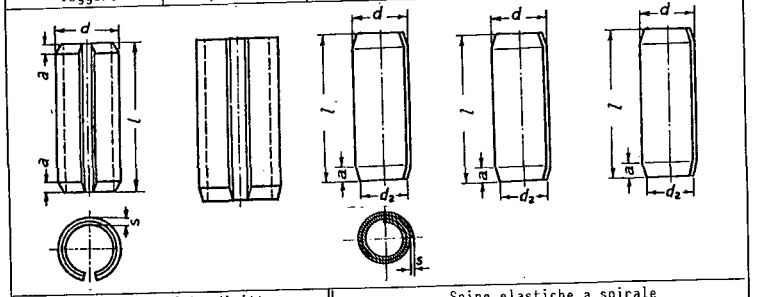
a) Spine ad intagli senza testa - Dati comuni													
d	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
toll.	h9				h11								
a	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
Res. *	1,6	2,84	4,4	6,4	11,3	17,6	25,4	45,2	70,4	102	181	283	444
- Altri dati per spine UNI-ISO:													
l	8÷20	8÷30	10÷30	10÷40	10÷60	14÷60	14÷80	14÷100		18÷100	22÷100	26÷100	
8739 c	2	2	2,5	2,5	3	3	4	4	5	5	5	7	7
c min	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	4	4	6	6
8740 l	8-20	8-30	10-30	10-40	10-60	14-60	14-80	14-100		18-100	22-100	26-100	
c_1	0,12	0,18	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5
c_2	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3	3,8	4,6	6	7,5
8741 l	8÷20	8÷30	8÷30	8÷40	10÷60		12÷80	14÷100	18÷160	26÷200			
8742 l	8÷20	12÷30		12÷40	18÷60		22÷80	26÷100	32÷160	40÷200	45÷200		
8743 l	8÷20	12÷30		12÷40	18÷60		22÷80	26÷100	32÷160	40÷200	45÷200		
8744 l	8÷20	8÷30		8÷40	8÷60		10÷80	12÷100	14÷120		24÷120	26÷120	
8745 l	8÷20	8÷30		8÷40	10÷60		10÷80	14÷100	14÷200	18÷200	26÷200		

b) Spine ad intagli con testa tonda (UNI-ISO 8746), con testa svasata (UNI-ISO 8747)													
d	1,4	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
c	0,42	0,48	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8	6
dk	2,6	3	3,7	4,6	5,45	7,25	9,1	10,8	14,4	16	19	25	32
8746 k	0,9	1,1	1,3	1,6	1,95	2,55	3,15	3,75	5	7,4	8,4	10,9	13,9
l	3÷6	3÷8	3÷10	3÷12	4÷16	5÷20	6÷25	8÷30	10÷40	12÷40	16÷40	20÷40	25÷40
dk	2,7	3	3,7	4,6	5,45	7,25	9,1	10,8	14,4	16	19	26	31,5
8747 l	3÷6	3÷8	4÷10	4÷12	5÷16	6÷20	8÷23	8÷30	10÷40	12÷40	16÷40	20÷40	25÷40

* Resistenza minima in kN al taglio doppio (acc. HV 125-245). Serie lunghezze spine senza testa (l): 8-10-12-14-16-18 20-22-24-26-28-30-32-35-40-45-50-55-60-65 70-75-80-85-90-95-100-120-140-160-180-200 Con Testa: 3-4-5-6-8-10-12-16-20-25-30-35 40. Le lunghezze preferenziali sono indicate in tabella per ogni tipo di spina.
Materiale: St = acciaio, durezza da 125 a 245 HV (spine senza testa). St = acciaio per lavor. alta veloc. o da ricalcatura a freddo HV 125-145 (con testa). Altri materiali possono essere concordati.
Intagli: la loro forma é lasciata alla discrezione del fornitore.
Finitura: Normale (naturale di lavorazione e trattate con protezione antiossid.).
Rivest. preferenz.: ossidazione nera, rivest. chim. fosfatici, rivest. zinco cromatato, altri rivest. se concordati.
Esempio design.: Spina ad intagli UNI-ISO 8739-8 x 60-St ; Spine con testa, volendo l'estremità di tipo A (o B), aggiungere A (o B) alla designazione.

Spine elastiche diritte - Spine elastiche a spirale

Spine elastiche diritte		Spine elastiche a spirale		
UNI 6874	UNI-ISO 8752	UNI-ISO 8751	UNI-ISO 8750	UNI-ISO 8748
leggere	-A- pesanti -B-	leggere	medie	pesanti



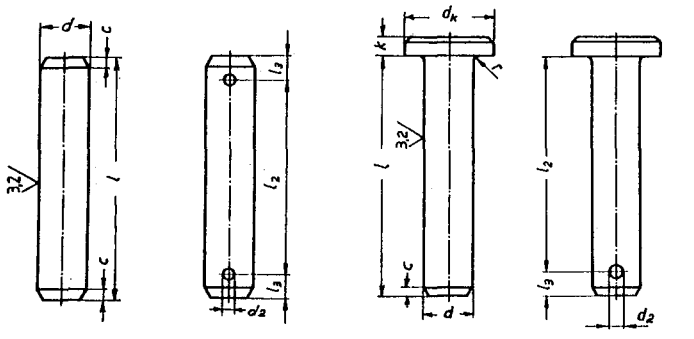
Spine elastiche diritte							Spine elastiche a spirale									
6874,8752		6874		8752			8751,8750,8748				8751		8750		8748	
val.com.							valori comuni									
d	l	s	a max	s	a	R* kN	d	l	a	d_2 max	s	R* kN	s	R* kN	s	R* kN
1	4÷20	–	–	0,2	0,35	0,7	0,8	4÷16	0,3	0,75	–	–	0,07	0,4	–	–
1,5	4÷20	–	–	0,3	0,45	1,58	1	4÷16	0,3	0,95	–	–	0,08	0,6	–	–
2	4÷30	0,2	0,35	0,4	0,55	2,82	1,2	4÷16	0,4	1,15	–	–	0,1	0,9	–	–
2,5	4÷30	0,25	0,45	0,5	0,6	4,38	1,5	4÷24	0,5	1,4	0,08	0,8	0,13	1,45	0,17	1,9
3	4÷40	0,3	0,5	0,6	0,7	6,32	2	4÷40	0,7	1,9	0,11	1,5	0,17	2,5	0,22	3,5
3,5	4÷40	0,35	0,6	0,75	0,8	9,06	2,5	5÷45	0,7	2,4	0,14	2,3	0,21	3,9	0,28	5,5
4	4÷50	0,5	0,7	0,8	0,85	11,24	3	6÷50	0,9	2,9	0,17	3,3	0,25	5,5	0,33	7,6
4,5	5÷50	0,5	0,8	1	1	15,36	3,5	6÷50	1	3,4	0,19	4,5	0,29	7,5	0,39	10
5	5÷80	0,5	1,6	1	1,1	17,54	4	8÷60	1,1	3,9	0,22	5,7	0,33	9,6	0,45	13,5
6	10÷100	0,75	1,6	1,2	1,4	26,04	5	10÷60	1,3	4,85	0,28	9	0,42	15	0,56	20
8	10÷120	0,75	2	1,5	2,4	42,76	6	12÷75	1,5	5,85	0,33	13	0,5	22	0,67	30
10	10÷160	1	2	2	2,4	70,16	8	16÷120	2	7,8	0,45	23	0,67	39	0,9	53
12	10÷180	1	2	2,5	2,4	104,1	10	20÷120	2,5	9,75	–	–	0,84	62	1,1	84
13	10÷180	–	–	2,5	2,4	115,1	12	24÷160	3	11,7	–	–	1	89	1,3	120
14	10÷200	1	2	3	2,4	144,7	14	28÷200	3,5	13,6	–	–	1,2	120	1,6	165
16	10÷200	–	–	3	2,4	171	16	32÷200	4	15,6	–	–	1,3	155	1,8	210
18	10÷200	–	–	3,5	2,4	222,5	20	45÷200	4,5	19,6	–	–	1,7	250	2,2	340
20	10÷200	–	–	4	3,4	280,6										
21	14÷200	–	–	4	3,4	298,2										
25	14÷200	–	–	5	3,4	438,5										
28	14÷200	–	–	5,5	3,4	542,6										
30	14÷200	–	–	6	3,4	631,4										
32	20÷200	–	–	6	3,6	684										
35	20÷200	–	–	7	3,6	859										
38	20÷200	–	–	7,5	4,6	1003										
40	20÷200	–	–	7,5	4,6	1068										
45	20÷200	–	–	8,5	4,6	1360										
50	20÷200	–	–	9,5	4,6	1685										

* Resistenza minima al taglio doppio.
Serie l = 4-5-6-8-10-12-14-16-18-20-22-24 26-28-30-32-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80 85-90-95-100-120-140-160-180-200.

Tipo A = elastica normale
Tipo B = non congiungibile (a richiesta)
Materiale - St=acc. bonif.e tempr.HV 420-520 o bonif. isoterm. HV 500-560(diritte) St=acc. tempr. e rinv. HV 420-520(spir.).
Finitura - come da lavoraz.,antiossidante rivest. elettrol. o fosfat. Preferenziali ossidaz. nera o elettrolitica di zinco.
Altri mater. e finiture da concordare.
Esempi design.(spina d = 6, l = 30 mm):
Spina UNI 6874-6x30-St (diritta leggera).
Spina UNI-ISO 8752-6x30-A-St(dir.pesante)
Spina UNI-ISO 8751-6x30-St (spir.leggera)
Spina UNI-ISO 8750-6x30-St (spir. media).
Spina UNI-ISO 8748-6x30-St (spir.pesante)

Perni senza testa - Perni con testa

Perni senza testa		Perni con testa	
UNI-ISO 2340		UNI-ISO 2341	
Tipo A	Tipo B	Tipo A	Tipo B



Valori comuni				senza testa	con testa			
d h11	l_3	c	d_2 H13	l(*)	dk h14	k	l(*)	r
3	1,6	1	0,8	6÷30	5	1	6÷30	0,6
4	2,2	1	1	8÷40	6	1	8÷40	0,6
5	2,9	2	1,2	10÷50	8	1,6	10÷50	0,6
6	3,2	2	1,6	12÷60	10	2	12÷60	0,6
8	3,5	2	2	18÷80	14	3	16÷80	0,6
10	4,5	2	3,2	20÷100	18	4	20÷100	0,6
12	5,5	3	3,2	24÷120	20	4	24÷120	0,6
14	6	3	4	28÷140	22	4	28÷140	0,6
16	6	3	4	32÷160	25	4,5	32÷160	0,6
18	7	3	5	36÷180	28	5	36÷180	1
20	8	4	5	40÷200	30	5	40÷200	1
22	8	4	5	45÷200	33	5,5	45÷200	1
24	9	4	6,3	50÷200	36	6	50÷200	1
27	9	4	6,3	55÷200	40	6	55÷200	1
30	10	4	8	60÷200	44	8	60÷200	1
33	10	4	8	65÷200	47	8	65÷200	1
36	10	4	8	70÷200	50	8	70÷200	1
40	10	4	8	80÷200	55	8	80÷200	1
45	12	4	10	90÷200	60	9	90÷200	1
50	12	4	10	100÷200	66	9	100÷200	1
55	14	6	10	120÷200	72	11	120÷200	1
60	14	6	10	120÷200	78	12	120÷200	1
70	16	6	13	140÷200	90	13	140÷200	1
80	16	6	13	160÷200	100	13	160÷200	1
90	16	6	13	180÷200	110	13	180÷200	1
100	16	6	13	200	120	13	200	1

Serie l = 6-8-10-12-14-16-18-20-22-24-26-28-30-32-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85 90-95-100-120-140-160-180-200.

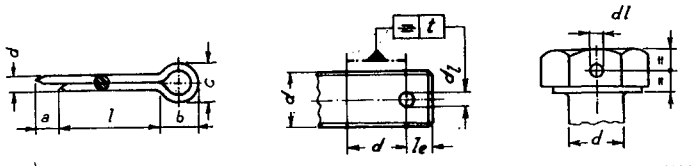
(*) Per l > di 200, scalamento di 20 mm.

Quando l_2 non é uguale a $l-2l_3$, questa distanza si indica nella designazione. Comunque l_3 non può essere minore di quanto indicato in tabella (esempi desig. 3 e 4) Per usi ferroviari e perni lavoranti a taglio, usare una copiglia e relativo foro di valore immediatamente superiore (esempio desig. 2 e 3).

Materiale: St = acciaio lavoraz. alta velocità (o acc. da stampaggio a freddo per perni con testa), durezza 125 - 245 HV.
Finitura: Normale e lubrific.antiossidante. Rivestimenti preferenziali: ossidazione nera, chimici fosfatici o elettrolitici di zinco con strato di convers. di cromati. Altre finiture da concordare.

Esempi di designazione di un perno senza testa tipo B, d = 20 mm, l = 100 mm:
Perno UNI-ISO 2340-B-20x100-St.
Stesso perno con foro per copiglia Ø 6,3:
Perno UNI-ISO 2340-B-20x100-6,3-St.
Stesso perno con foro per copiglia Ø 6,3 e l_2 = 80 mm:
Perno UNI-ISO 2340-B-20x100-6,3x80-St.
Stesso perno con foro per copiglia normale e l_2 = 80 mm:
Perno UNI-ISO 2340-B-20x100x80-St.
Stesse designazioni per perni con testa ma con norma UNI-ISO 2341.

Copiglie, fori per copiglie e fili di ritegno



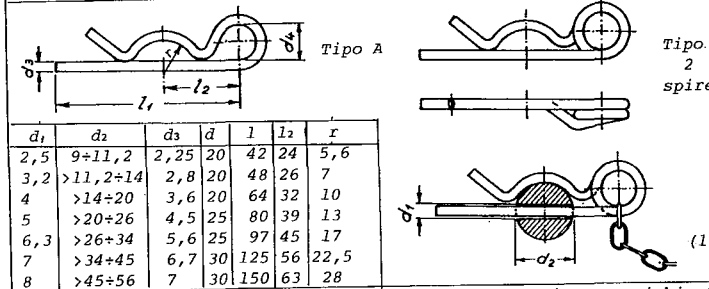
Copiglie UNI 1336 — Fori per copiglie UNI-ISO 7378 — Fori per fili

dimensioni copiglie								fori per copigl.			f.per fili	
Ø nom	l	d min	d max	a max	b	c min	c max	d filet.	d_1	le	d filet.	d_1
0,6	4÷12	0,4	0,5	1,6	2	0,9	1	4	1	2,3	4÷5	1,2
0,8	5÷16	0,6	0,7	1,6	2,4	1,2	1,4	5	1,2	2,6	6÷7	1,6
1	6÷20	0,8	0,9	1,6	3	1,6	1,8	6÷7	1,6	3,3	8÷14	2
1,2	8÷25	0,9	1	2,5	3	1,7	2	8	2	3,9	16÷30	3
1,6	8÷32	1,3	1,4	2,5	3,2	2,4	2,8	10	2,5	4,9	33÷48	4
2	10÷40	1,7	1,8	2,5	4	3,2	3,6	12	3,2	5,9	52	5
2,5	12÷50	2,1	2,3	2,5	5	4	4,6	14	3,2	6,5	Tolleranza t basata su d Categoria A=2 IT 13 B=2 IT 14 C=2 IT 15 UNI - ISO 4759/1.	
3,2	14÷63	2,7	2,9	3,2	6,4	5,1	5,8	16	4	7		
4	18÷80	3,5	3,7	4	8	6,5	7,4	18÷20	4	7,7		
5	22÷100	4,4	4,6	4	10	8	9,2	22	5	8,7		
6,3	32÷125	5,7	5,9	4	12,6	10,3	11,8	24÷27	5	10		
8	40÷160	7,3	7,5	4	16	13,1	15	30÷33	6,3	11,2		
10	45÷200	9,3	9,5	6,3	20	16,6	19	36÷39	6,3	12,5		
13	71÷250	12,1	12,4	6,3	26	21,7	24,8	42÷45	8	14,7		
16	112÷280	15,1	15,4	6,3	32	27	30,8	48÷52	8	16		
20	160÷280	19	19,3	6,3	40	33,8	38,6	-	-	-	-	

Serie l = 4-5-6-8-10÷22 (2 in 2)-25-28-32-36-40-45-50-56-63-71-80-90-100-112-125-140-160 -180-200-224-250-280.

Materiale : qualsiasi materiale metallico che risponda alle prescrizioni della UNI 1337 (superficie liscia, circolarità, prove di piegamento ecc.).
Es. design. d = 5 mm, l = 32 mm : Copiglia UNI 1336-5x32 (aggiungere materiale e eventuale rivestimento protettivo.

Copiglie elastiche per perni ed alberi

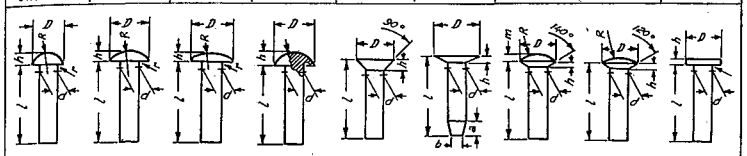


d_1	d_2	d_3	d	l	l_2	r
2,5	9÷11,2	2,25	20	42	24	5,6
3,2	>11,2÷14	2,8	20	48	26	7
4	>14÷20	3,6	20	64	32	10
5	>20÷26	4,5	25	80	39	13
6,3	>26÷34	5,6	25	97	45	17
7	>34÷45	6,7	30	125	56	22,5
8	>45÷56	7	30	150	63	28

Materiale: filo acciaio UNI 3823. Classe A. Superf. natur. e oliata Altro mater. o rivest. da concordare. (1) fornita a richiesta. Es. des. copiglia A, foro d_1=5 mm: Copiglia UNI 8833-A5

Ribattini

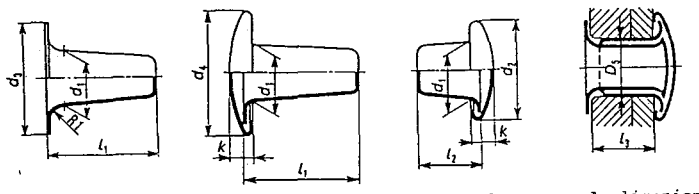
a testa tonda				svasata		svas. con calotta		cilindr.
stretta	larga	bassa	a fungo	piana	p.cingh.	alta	bassa	
d= 0,8÷6	1÷6	1÷10	2÷5	1÷6	2,6÷6	1÷6	2÷8	1÷10
UNI 748	UNI 749	UNI 750	UNI 751	UNI 752	UNI 753	UNI 754	UNI 755	UNI 756



UNI	d	0,8	1	1,2•	1,4	1,7•	2	2,3•	2,6	3	3,5•	4	5	6	8	10	Mater.
748 *	D	1,4	1,8	2,1	2,5	3	3,5	4	4,6	5,3	6,3	7,1	8,8	10,5	–	–	da indicare
	h	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	3	3,6	–	–	
	R	0,8	1	1,25	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8	3,4	3,8	4,8	5,7	–	–	
	r	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	–	–	
749 *	D	–	2	2,5	2,8	3,5	4	4,5	5,2	6	7	8	10	12	–	–	
	h	–	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	3	3,6	–	–	
	R	–	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3	3,5	4	4,5	5,2	6,5	7,8	–	–	
	r	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	–	–	
750 *	D	–	2,3	2,8	3,2	3,9	4,6	5,3	6	7	8	9,2	11,5	13,8	18,5	23	con massa volum. < di 3 kg/dm³
	h	–	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,3	1,5	1,8	2	2,5	3	4	5	
	R	–	2,3	2,7	3,1	3,7	4,4	5	5,7	6,6	7,7	8,8	11	13,2	17,6	22	
	r	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	
751	D	–	–	–	–	–	5,2	5,5	6	7	8	8,8	10,5	–	–	–	
	h	–	–	–	–	–	1,8	2	2,1	2,5	2,8	3	3,6	–	–	–	
	R	–	–	–	–	–	2,8	3	3,2	3,7	4,3	4,8	5,7	–	–	–	
	l	–	–	–	–	–	3,5÷	3,5÷	3,5÷	4÷	4,5÷	5÷	6÷	–	–	–	
		–	–	–	–	–	7	8	8	9	10	12	14	–	–	–	
752 *	D	–	2	2,4	2,8	3,5	4	4,5	5,2	6	7,1	8	10	12	–	–	da indicare
	h	–	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,5	3	–	–	
753	D	–	–	–	–	–	–	–	7,3	8,4	9,8	11,2	14	16,8	–	–	non ferrosi
	h	–	–	–	–	–	–	–	0,8	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	–	–	
	a	–	–	–	–	–	–	–	1,9	2,1	2,5	2,8	3,5	4,2	–	–	
	b	–	–	–	–	–	–	–	1,6	2	2,5	3	4	4,8	–	–	
	l	–	–	–	–	–	–	–	6÷	6÷	8÷	10÷	10÷	14÷	–	–	
		–	–	–	–	–	–	–	10	14	20	25	30	35	–	–	
754 *	D	–	2	2,5	2,8	3,5	4	4,5	5,2	6	7	8	10	12	–	–	da indicare
	h	–	0,18	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,65	0,75	0,9	1,1	–	–	
	m	–	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,7	2,1	–	–	
	R	–	1,6	2	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2	5	5,7	6,4	8,2	10	–	–	
755	D	–	–	–	–	–	4,8	5,2	5,7	6,5	7,3	8,2	9,9	11,6	15	–	con massa volum. < di 3 kg/dm³
	h	–	–	–	–	–	0,8	0,85	0,9	1	1,1	1,2	1,4	1,6	2	–	
	R	–	–	–	–	–	20	22	25	25	30	30	35	40	50	–	
	l	–	–	–	–	–	3,5÷	3,5÷	4÷	4,5÷	6÷	6÷	8÷	10÷	12÷	–	
		–	–	–	–	–	10	10	12	14	18	20	25	30	40	–	
756 *	D	–	1,8	2,1	2,5	3	3,5	4	4,6	5,3	6,3	7,1	8,8	10,5	14	17,5	da indicare
	h	–	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,4	3	
	r	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	
*l =		2÷ 3,5	2÷ 3,5	2,5÷ 5	2,5÷ 8	3÷ 10	3÷ 16	3÷ 18	3÷ 20	4÷ 25	6÷ 28	6÷ 32	8÷ 40	10÷ 48	10÷ 65	12÷ 80	

Serie lunghez. l = 2-2,5-3-3,5-4-4,5-5-6-7-8-9-10-12-14-16-18 - 20-22-25-28-30-32-35-38-40-42-45-48-50÷80 (5 in 5). • usare solo per eccezione. Esempio designazione: Ribattino UNI 752 - 2 x 14.

Ribattini cavi in due parti

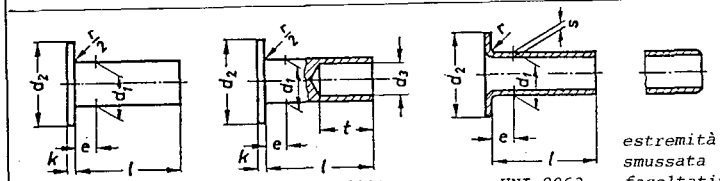


d_1	3		4			5	6
d_2	6	7	8	11	13	10 12	12
d_3	6		8	10		11	12
d_l	7		9	11		12	13
k	1,2		1,6			2	2,4
l_2	3		4			5	6
D	3,3		4,3			5,4	6,4
Mat.	acciaio		ottone			altro mater.	
	Fe P 02		P-CuZn33			o rivestim.	
UNI	5866		4894			da concord.	

d_1	3	4	5	6
l_1	Spessori di serraggio l_3			
6	2,5÷3,5	3,5÷4,5	–	–
7	3,6÷4,5	4,6÷5,5	–	–
8	4,6÷5,5	5,6÷6,5	–	–
9	–	6,6÷7,5	5÷7	6÷7
10	–	7,6÷8,5	6÷8	7,1÷8
12	–	8,6÷9,5	7,1÷9	8,1÷9
15	–	–	9,1÷11	9,1÷11
18	–	–	11,1÷14	11,1÷14
22	–	–	–	14,1÷17

Esempio designazione ribattino gambo A, testa C, d_1= 4, d_2= 8, l= 10: Ribattino UNI 9064-AC 4x8x10.

Ribattini a testa cilindrica

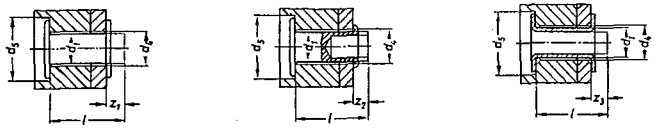


d_1	3	4	5	6	8
d_2	3,5	7,5	9,5	11,5	15,5
d_3	1,7	2,7	3,5	4,2	6
e	1,5	2	3	3	4
r	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
s	0,5	0,5	0,6	0,75	1
k	0,8	1	1	1,2	1,2
l DIN	5÷10	6÷15	6÷18	8÷40	10÷40
l UNI	4÷12	4÷25	5÷25	6÷40	8÷40
Mat.	acc.	rame	ottone	allumin.	
	FeP02	Cu DLP	PCuZn37	PAlP99,5	
UNI	5866	5649/1	4892	9001/2	

d_1	3	4	5	6	8
d_4	3,1	4,1	5,2	6,2	8,2
d_5	6,5	8,5	10,5	12,5	16,5
z_1 (l= 5÷20)	2,5	3	4,5	5	5
z_1 (l=22÷40)	–	–	–	6	6
z_2 (l= 5÷20)	2	2	2,5	3	4
z_2 (l=22÷40)	–	–	–	3,5	4,5
z	2,5	3	3,5	4	4,5

Serie lun. 5-6-7-8-10-12-15-18-20-22-25-28-30-32-35-40.

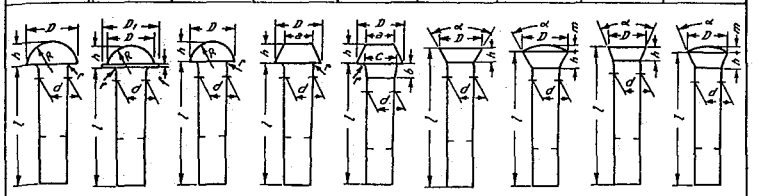
Esempio des.: Ribattino A DIN 7338-6x20 - Ribattino UNI 9063-6x20.



Applicazioni

Chiodi da ribadire a caldo

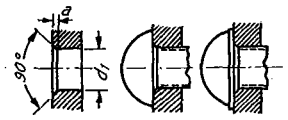
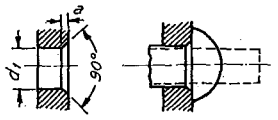
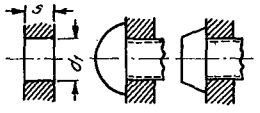
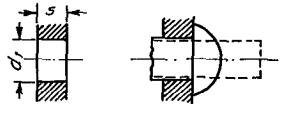
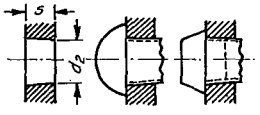
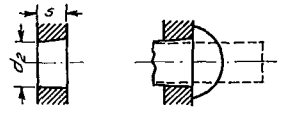
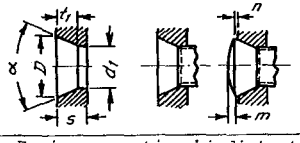
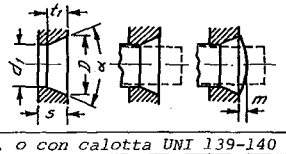
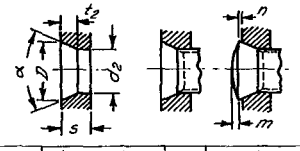
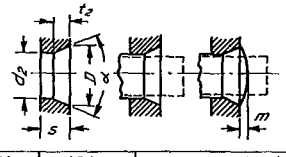
a testa tonda			troncoconica		svasata		svasata ridotta	
larga	con bordo	stretta		con coll.	piana	con cal.	piana	con cal.
d = 8 ÷40			d = 8 ÷ 31		d = 8 ÷ 40		d=19÷34	d=13÷34
UNI 134	UNI 135	UNI 136	UNI 137	UNI 138	UNI 139	UNI 140	UNI 2513	UNI 2514



UNI	d	8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	
134	D	15	18	23	30	35	40	45	50	55	60	65	70	A testa larga o larga con bordo adatti per chiodature a tenuta di pressione. A testa stretta adatti per carpenteria metallica.
	h	6	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
	R	8	9,5	12	15,5	18	21	23,5	26	28,5	31	33,5	36	
	r	1	1	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4	4	
135	D	14,5	17,5	22,5	29,5	34,5	39,5	44,5	49	54	59	64	69	
	h	6	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
	R	8	9,5	12	15,5	18	21	23,5	26	28,5	31	33,5	36	
	D1	17	21	26	34	39	44	50	55	60	65	70	75	
	f	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	
	r	1	1	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4	4	
136	D	13	16	21	26	30	35	40	45	50	55	60	65	
	h	5,5	6,5	8,5	10,5	12	14	16	18	20	22	24	26	
	R	6,6	8,1	10,6	13,4	15,5	18	21	23,5	26	28,5	31	33,5	
	r	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	
137-138	D	13	16	21	26	30	35	40	45	50	–	–	–	A testa troncoc. adatti per scafi e fori trapanati Con colletto, per scafi e fori punzonati.
	h	5,5	7	9	11	13	15	17	19	21	–	–	–	
	a	8	10	13	16	19	22	25	28	31	–	–	–	
	r	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	1	1	1	1,5	–	–	–	
	b	4	5	6,5	8	9,5	11	12,5	14	15,5	–	–	–	
	c	9	11	14,5	17,5	21	24	27,5	31	34	–	–	–	
139	D	13,5	16	21	25	31	33,5	38	43,5	49	52	55	60	
	h	2,75	4	5,2	7,8	10,5	14	16	19	22	22	22	24	
	α	90°	75°	60°	60°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	
140	D	14,5	17,5	22,5	26,5	32,5	34,5	39	45	50,5	54	57	62	Nota - Il diametro d si intende misurato alla distanza di 5 mm dalla testa
	h	3,25	5	6,2	9	11,8	15,5	17,5	21	24	24,5	24,5	26,5	
	R	18	20	26	32	40	40	50	60	72	72	85	100	
	m	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4	4	4	5	5	5	
	α	90°	75°	75°	60°	60°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	
2513 2514	D	–	–	21,5	24,5	29,5	31,5	35,5	39,5	44	48	–	–	
	h	–	–	5,5	7,5	9	11	12,5	14	15,5	17	–	–	
	R	–	–	30	31	38	37	41	46	51	55	–	–	
	m	–	–	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	–	–	
	α	–	–	75°	60°	60°	45°	45°	45°	45°	45°	–	–	
l° =		10 ÷ 50	12 ÷ 60	16 ÷ 80	22 ÷ 100	28 ÷ 120	35 ÷ 140	38 ÷ 155	45 ÷ 170	48 ÷ 175	50 ÷ 180	55 ÷ 190	60 ÷ 195	
Toll. su d		+0,3/–0,2			+0,4/–0,2		+0,5/–0,2		+0,6/–0,3					
Toll. su l		0/+0,1							0/+0,2					

l° = 10÷22 (2 in 2)-25-28-30-32-35-38-40-42-45-48-50÷195(5 in 5).
Esempio designazione: Chiodo UNI 140 - 10 x 25. Aggiungere il materiale (acciai UNI 7356) e l'eventuale trattamento termico.

segue: Chiodi da ribadire a caldo - Forature -

Lato della testa del chiodo	Lato della ribaditura
Fori trapanati, chiodi testa tonda e tonda con bordino UNI 134-135	
	
Fori trapanati, chiodi testa tonda o troncoc. UNI 136-137-138	
	
Fori punzonati, chiodi a testa tonda o troncoc. UNI 136-137-138	
	
Fori trapanati, chiodi testa svas. o con calotta UNI 139-140	
	
Fori punzonati, chiodi testa svas. o con calotta UNI 139-140	
	

Diam. nom. chiodo	Ø del foro trap. d1	Ø del foro punz. d2	a	Fori per ribadit. svasate α	D	t1~	t2~	Rilievo calotta n~	m~	Spessore lamiere (scafi di navi) s
8	8,5	9	1	90°	13,5	2,5	2,25	0,5	1,5	da 2,5 a meno 3,5
10	10,5	11	1	75°	16	3,5	3,25	1	2	" 3,5 " " 5
13	14	14	1,5	75°	21	4,5	4,5	1	2,5	" 5 " " 7
16	17	17,5	2	60°	25	7	6,5	1,25	3	" 7 " " 9,5
19	20	20,5	2	60°	31	9,5	9	1,25	3,5	" 9,5 " " 13
22	23	23,5	2	45°	33,5	12,5	12	1,25	4	" 13 " " 18
25	26	26,5	2,5	45°	38	14,5	14	1,25	4	" 18 " " 23
28	29	29,5	2,5	45°	43,5	17,5	17	1,8	4	" 23 " " 28
31	32	33	3	45°	49	20,5	19,5	1,8	4	" 28 " " 31
34	35	36	3	45°	52	20,5	19,5	2,5	5	-
37	38	39	4	45°	55	20,5	19,5	2,5	5	-
40	41	42	4	45°	60	23	22	2,5	5	-

Chiodature

Chiodature per recipienti a pressione interna

Le chiodature possono essere a sovrapposizione o a doppio coprigiunto e: semplici, doppie o triple, secondo il numero delle file dei chiodi.
Il bordo di sovrapposizione delle lamiere e i coprigiunti sono smussati di ~15° per consentire la presellatura.
Il diametro d dei chiodi, funzione dello spessore della lamiera, si calcola con la formula indicata in tabella e si sceglie poi il diametro normalizzato più vicino.
Il passo t della chiodatura é il risultato di una formula pratica che permette lo spazio di ribaditura e la maggiore resistenza di attrito tra gli elementi assiemati.
Nelle chiodature a caldo l'accorciamento termico del gambo del chiodo, produce uno sforzo normale tra le due lamiere in contatto Questo sforzo crea una resistenza d'attrito equivalente a c (N) per ogni mm² della sezione del gambo del chiodo.
Per una fila di chiodi la resistenza d'attrito creata da ciascun chiodo per la lunghezza di un passo, sarà data da c (N) moltiplicati per l'area a di sezione del chiodo, cioé c·a.
Per ogni mm di lunghezza del passo la resistenza sarà:

$$(c:t)\cdot a$$

Per due file di chiodi:

$$(2c:t)\cdot a$$

e per tre file:

$$(3c:t)\cdot a$$

In tabella c é la resistenza d'attrito in N per ogni mm² di sezione del gambo.

Chiodatura a sovrapposizione

Chiodat.	File di chiodi	d	t (passo)	e	e_1	e_2 (mm)	s_1	c (N)	Figura Nº
a sovrapposizione	1	$7\sqrt{s}-4$	2d+8	1,5d	-	-	-	68,6	1
	2 sfalsati	$7\sqrt{s}-4$	2,6d+15		0,6t	-	-	63,7	2
	2 paralleli	$7\sqrt{s}-4$	2,6d+10		0,8t	-	-	63,7	3
	3 sfalsati	$7\sqrt{s}-4$	3d+22		0,5t	-	-	58,8	4
a doppio coprigiunto	1	$7\sqrt{s}-5$	2,6d+10	1,5d	-	1,35d	(0,6÷0,7)s	58,8	5
	2 sfalsati	$7\sqrt{s}-6$	3,5d+15		0,5t	1,35d	(0,6÷0,7)s	56,4	6
	3 sfalsati	$7\sqrt{s}-7$	3d+10		0,75t	1,50d	(0,6÷0,7)s	53,9	7

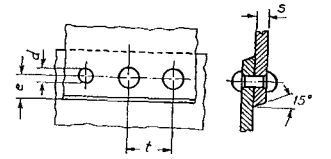


Fig. 1 -

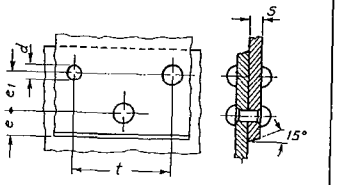


Fig. 2 -

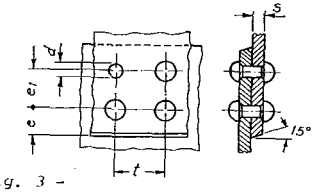


Fig. 3 -

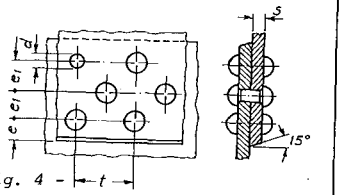


Fig. 4 -

segue

segue: Chiodature

Chiodature a doppio coprigiunto

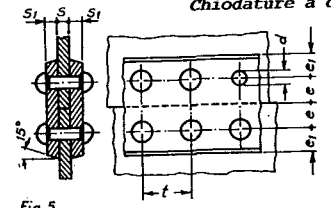


Fig.5

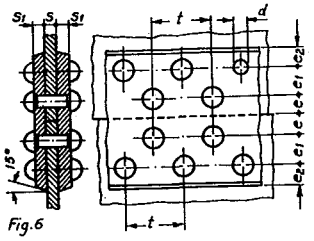


Fig.6

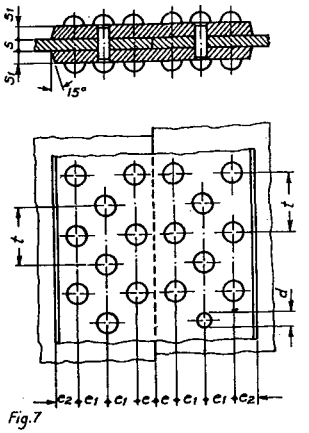


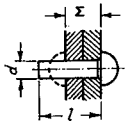
Fig.7

Chiodature per costruzioni

Ø dei chiodi d = 6,5 s. (scegliere il Ø norm. più vicino). Passo della chiodatura t = 2,5d. Per evitare scostamenti o aperture delle lamiere, assumere: t ≤ 5d per collegare lamiere con s = 8÷11 mm, t = 6d per colleg. cantonali con lamiere con s > 11 mm, t ≤ 8d per collegare cantonali fra loro. Bordo con e ≤ 2,5d per s ≤ 14 mm, bordo con e ≤ 2,8d per s > 14 mm. Per una corretta ribaditura, lo spessore totale Σ delle lamiere non dovrebbe essere > di 4d.

Formatura della testa (ribaditura a caldo)

$l = (\Sigma \cdot y) + x$



d	10	13	16	19	22	25
y	1,34	1,26	1,24	1,27	1,23	1,2
x a)	15	19	28	32	35	39
x b)	13	15	17	19	23	26
d	28	31	34	37	40	
y	1,2	1,16	1,15	1,14	1,13	
x a)	43	45	49	56	59	
x b)	30	34	37	40	43	

a) Chiodi UNI 134-135
b) Chiodi UNI 136-137-138

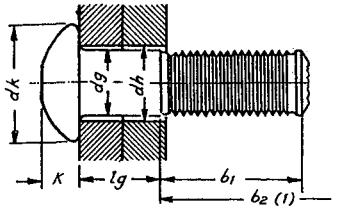
Vergella e tondi per bulloneria e chiodi da ribadire

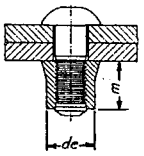
Verg.stamp.a freddo d	tol±	d	tol±	Tondi stamp. a caldo d	tol±	d	tol±
5,5	0,25	17	0,35	7,8	0,20	25,1	0,25
6		17,5		9,35	opp.	26,25	
6,5		18		9,75		26,65	
7		18,5		10,9	0,15	28,35	
7,5		19		11,75	0,20	29,25	
8		19,5		12,5		29,6	
8,5		20		13,5		31,5	0,30
9		20,5		13,75		32,55	
9,5		21		14,1		34,6	
10		21,5		15,5		35,55	
10,5	0,30	22	0,40	15,7		37,8	
11		22,5		17,4		38,55	0,40
11,5		23		17,7		41,5	
12		23,5		18,4		44,15	
12,5		24		18,8		44,5	
13		24,5		19,4		47,5	
13,5		25		19,7		50,5	
14		26		20,2		51,5	
14,5		27		21,3		Lungh. tondi, commerc. (4÷7m) oppure fissa (≤ 12m).	
15		28		21,7			
15,5		29		22,3	0,25		
16	0,35	30		23,25			
16,5				24,25			

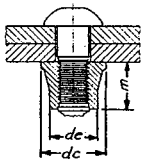
a. r.toll.ristrette
d=5,5÷10 +0,25-0,15
d=10,5÷18+0,30-0,20
d=18,5÷30+0,35-0,25

Riferim. UNI 7356
Norma dimensionale richiamata dalle UNI EN 10083/1/2.

Chiodi ad alta resistenza con testa a bottone e collare di serraggio







Collare forma S Collare forma F

Grandezza		13	16	19	22	25	Spessore del pacco collare S oltre	a	collare F oltre	a	lg (2)
d (nom.)		12,5	15,7	18,8	22	25,1					
dg	max	13,1	16,3	19,5	22,7	26					
	min	12,5	15,7	18,8	22	25,1	6,4	12,7	3,2	9,5	6,4
dk	max	23,4	29	34,9	40,5	46,4	12,7	19,1	9,5	15,9	12,7
	min	22,9	28,5	34,5	40	45,9	19,1	25,4	15,9	22,2	19,1
K	max	7,9	9,9	11,9	13,9	15,5	25,4	31,8	22,2	28,6	24,4
b_1	js15	24,6	30,2	32,5	36,5	40,5	31,8	38,1	28,6	34,9	31,8
b_2 (1)	js15	79,4	92,1	104,8	117,5	130,2	38,1	44,5	34,9	41,3	38,1
lg	da	6,4	6,4	6,4	12,7	12,7	44,5	50,8	41,3	47,6	44,5
	a	63,5	76,2	95,3	95,3	114	50,8	57,2	47,6	54	50,8
dh	max	14	17,5	20,5	23,8	27	57,2	63,5	54	60,3	57,2
m S	max	16,4	22,2	24,4	28,2	32,3	63,5	69,9	60,3	66,7	63,5
de S	max	20,3	25,6	30	34,8	40	69,9	76,2	66,7	73	69,9
m F	max	18,9	24,3	28,9	33,8	38,3	76,2	82,6	73	79,4	76,2
de F	max	20,5	25,6	30,5	34,8	40	82,6	88,9	79,4	85,7	82,6
dc F	max	26,1	32,5	38,9	41,1	48,2	88,9	95,3	85,7	92	88,9
Carat. chiodo-collare in opera (kN).							95,3	101,6	92	98,4	95,3
Res.taglio		653	1021	1470	1969	2563	101,6	108	98,4	104,8	101,6
Res.sfilam.		773	1229	1819	2518	3302	108	114,3	104,8	111,1	108
Precarico		547	871	1288	1780	2336	114,3	120,7	111,1	117,5	114

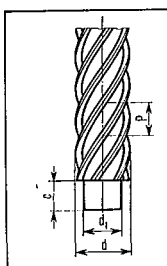
(1) b_2 = Valore comprendente anche la coda di trazione prima della troncatura durante la messa in opera. (2) Lunghezza min di serraggio del chiodo. Questa lunghezza (lg) é stabilita in funzione dello spessore del pacco da serrare per il suo collare di forma S e corrisponde al suo valore min.

Materiali -
Chiodi - acciaio per classe di resistenza 10.9 UNI 3740/3 con decarburazione max totale di 6 µm.
Collari-acciaio a basso tenore di carbonio con caratterist. analoghe al CF 9 S Mn 28 UNI 4838.

Superficie:
Chiodi-ossidata nera oliata, ovvero rivestita con deposito elettrolitico di zinco secondo UNI 3740/6 ovvero zincata a caldo UNI 3740/7
Collari - rivestita con deposito elettrolitico di zinco UNI 3740/6 ovvero zincata a caldo UNI 3740/7
I collari tipo S, raccomandati per strutture di acciaio sottoposte a carichi prevalentemente statici. I collari tipo F sono raccomandati per strutture sottoposte a tensioni di fatica.

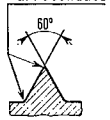
Designazioni -
Esempio di designazione di un chiodo avente diametro nominale di 15,7 mm, lunghezza di serraggio lg = 19,1 mm:
Chiodo UNI 8846-16-19,1
di un collare avente diametro nominale = 15,7 mm tipo S (pacco da 19,1 a 25,4 mm):
Collare UNI 8646-S-16
tipo F (pacco da 15,9 a 22,2 mm):
Collare UNI 8646-F-16

Rivetti autofilettanti di acciaio



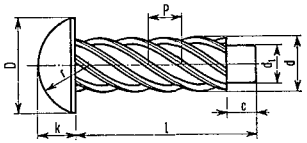
Dia nom	d max	d_1 max	Passo	N° princ	foro,mat. duri	foro,mat. ten.
1,5	1,52	1,24	0,628	6	1,30	1,25
1,9	1,9	1,6	0,838	6	1,70	1,65
2,5	2,54	2,1	0,785	8	2,25	2,20
2,9	2,94	2,43	1,08	7	2,65	2,55
3,5	3,55	2,94	1,3	7	3,20	3,10
3,9	3,91	3,2	1,26	8	3,50	3,40
4,2	4,24	3,45	1,33	8	3,80	3,70
4,5	4,62	3,8	1,5	8	4,20	4
5,3	5,38	4,5	1,73	8	4,90	4,70
6,1	6,14	5,13	1,78	9	5,70	5,40

spigoli arrotondati



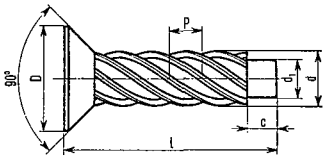
UNI 7345

Lungh. autofilett.	3,5	5	6,5	8	9,5	11	12,5	13,5	16	19
Lungh. estremità c	1			1,5					2	



Dia nom	l					D max	k max
1,5	3,5	5	6,5			2,5	0,87
1,9	3,5	5	6,5			3,22	1,24
2,5	3,5	5	6,5			4,1	1,75
2,9	5	6,5	8	9,5		5,35	2,18
3,5	5	6,5	8			6,6	2,6
3,9	6,5	8	9,5	12,5		7,2	2,8
4,2	9,5	12,5	16			7,84	3,05
4,5	9,5	12,5	16			9,1	3,47
5,3	12,5	16	19			10,35	3,88
6,1	12,5	16	19			11,6	4,3

a testa tonda
Es. des. Rivetto UNI 7346-3,5x5.



Dia nom	l			D max	k max
1,5	4	5,5	8	2,5	2,36
1,9	4	5,5	8	3,6	3,42
2,5	4	5,5	8	4,1	3,92
2,9	5,5	8	9,5	5,35	5,17
3,5	5,5	8	9,5	6,6	6,38
3,9	8	9,5	12,5	7,25	7,03
4,2	11	13,5	16	7,85	7,63
4,5	11	13,5	16	9,1	8,88
5,3	13,5	16	19	10,3	10,03
6,1	13,5	16	19	11,6	11,33

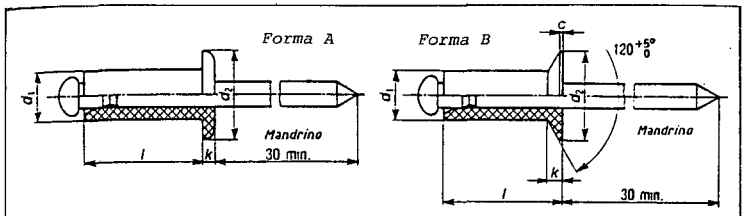
a testa svasata piana
Es. des. Rivetto UNI 7347-2,5x8.

Prescrizioni tecniche
Riferimento UNI 7323/4

Questa norma riguarda le prescrizioni tecniche dei rivetti di acciaio trattati termicamente.
I rivetti autofilettanti devono essere fabbricati in acciaio da cementazione per stampaggio a freddo.
La durezza superficiale Rockwell HR 15-N dei rivetti deve essere non minore di 83 (HV 0,3 ≥ 450)
Quando lo spessore di due pezzi da unire é minore di metà del diametro del rivetto, é consigliabile usare al suo posto una vite autofilettante.
La profondità di cementazione dei rivetti deve essere quella indicata nel seguente prospetto:

Diametro nom. di filettat. mm	Profondità di cementazione mm max	min
1,5 e 1,9	0,10	0,04
2,5 ÷ 3,5	0,18	0,05
3,9 ÷ 4,5	0,23	0,10
5,3 e 6,1	0,28	0,15

Rivetti a strappo



Dimensioni

d_1	serie 1	-	3	-	-	4	-	5	6	-
	serie 2	2,4	-	3,2	3,8	-	4,8	-	-	6,4
d_2	forma A	5	6,5		8,5		10		12	13
	forma B	-	6,5		8		10		12	13
k	nom.	0,8	1		1,3		1,5		2	2
c	max	-	0,3				0,4			
l	4÷22 (2 in 2) -25-28-30-35-40-45-50									
	Diametri dei fori passanti (d_3) nei pezzi da unire									
d_3	nom.	2,5	3,1	3,3	3,9	4,1	4,9	5,1	6,1	6,5

Corpo inox, mandr. acc. o acc.inox

d_1	3	3,2	3,8	4	4,8
l	spessore serraggio raccomand.				
8	3÷5		3÷4,5		1÷3,5
10	5÷7		4,5÷6,5		3,5÷5,5
12	-	7÷9,5	6,5÷8		5,5÷7,5
14	-		8÷10		7,5÷9
16	-	9,5÷13	10÷12		9÷11
18	-		-		11÷13
20	-		-		13÷15

Corpo all., mandr. all., acc., acc. inox

d_1	2,4	3	3,2	3,8	4	4,8	5	6	6,4
l	spessore serraggio raccomandato								
4	0,5÷2	0,5÷1,5		-		-		-	-
6	2÷4	1,5÷3,5		1,5÷3		2÷3		-	-
8	4÷6	3,5÷5,5		3÷5		3÷4,5		-	-
10	-	5,5÷7		5÷6,5		4,5÷6		3÷5	1÷4
12	-	7÷9		6,5÷8,5		6÷8		5÷7	4÷6
14	-	9÷11		8,5÷10,5		8÷10		7÷9	6÷8
16	-	11÷13		10,5÷12,5		10÷12		-	-
18	-	13÷15		12,5÷14,5		12÷14		9÷13	8÷12
20	-	15÷17		14,5÷16,5		14÷16		-	-
22	-	-		16,5÷18		15÷17		13÷17	12÷16
25	-	-		18÷22		17÷21		17÷21	16÷20
28	-	-		22÷24		21÷23		-	-
30	-	-		24÷26		23÷25		21÷24	20÷24
35	-	-		-		25÷30		24÷29	24÷28
40	-	-		-		30÷35		29÷34	28÷33
45	-	-		-		35÷40		-	-
50	-	-		-		40÷45		-	-

Corpo acc.,Cu,Alpac., mandr. acc.,inox

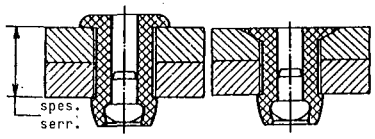
d_1	3	3,2	3,8	4	4,8	5	6	6,4
l	spessore serraggio raccomandato							
6	0,5÷3	0,5÷2,5		-		-	-	-
8	3÷5	2,5÷4,5		1,5÷4		-	-	-
10	5÷7	4,5÷6,5		4÷6		2,0÷4,5		2,0÷4
12	7÷9	6,5÷8,5		6÷8		4,5÷6,5		-
14	9÷11	7,5÷10		8÷9,5		6,5÷9		4÷8
16	-	8,5÷12		9,5÷11		-		-
18	-	10÷14		11÷13		9÷12,5		8÷11
20	-	12÷16		13÷15		-		-
22	-	-		15÷17		11,5÷16		-
25	-	-		17÷21		15,5÷20		11÷16
30	-	-		20÷25		20÷24		16÷22

Esempio des. rivetto forma A, d =5 mm l=20 mm, in lega P-AlMg2,5: Rivetto a strappo UNI 9200 - A-5-20-P-AlMg 2,5.

Materiali mandrino:	
	Filo lega allum. UNI 9002/4
	Filo acc. Classe A UNI 3823*
	Filo acc.inox A2 UNI 7323/8

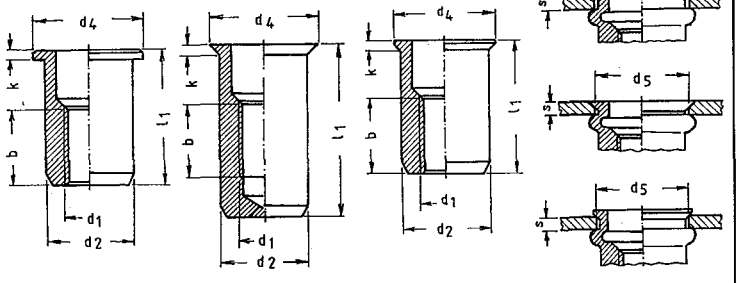
	d_1	2,4	3	3,2	3,8	4	4,8	5	6	6,4	2,4	3	3,2	3,8	4	4,8	5	6	6,4
Materiale corpo		Prova di taglio car. min. in kN									Prova trazione car. min. in kN								
P-AlMg2,5		3,0	5,0	6,0	7,5	8	14	16	25	28	3,5	7	8	13	14	18	22	30	33
P-AlMg3,5		3,5	7	8	12	13	18	21	29	31	4,5	9,5	10	17	18	24	28	39	48
P-AlMg 5		4	8,5	9,5	14	15	21	26	33	36	5,5	11	12	20	21	28	33	46	54
Acciaio UNI 7356		-	9	11	18	20	30	32	38	40	-	12	13	25	27	44	47	54	62
Rame		-	7	8	12	-	18	-	-	-	-	9,5	10	17	-	24	-	-	-
Cu Ni Zn		-	9	11	16	18	28	-	-	-	-	15	18	25	28	45	-	-	-
Acciai inox		-	16	18	-	25	38	42	-	-	-	20	23	-	35	45	50	-	-

Materiali Corpo:	
	Lega Allum. P-AlMg2,5 UNI 3574
	Lega allum. P-AlMg3,5 UNI 3575
	Lega allum. P-AlMg 5
	Rame non legato UNI 5649/1
*Fe/Zn 5c2C	Leghe Cu Ni Zn(Alpacche)UNI 9222
	Acciaio legato UNI 7356*
	Acciaio inossidabile UNI 7323/8



Rivetti tubolari filettati

Testa cilin. (TC) aperti: UNI 9201 chiusi: UNI 9204	Testa svas. (TS) aperti: UNI 9202 chiusi: UNI 9205	T. filo lam. (TFL) aperti: UNI 9203 chiusi: UNI 9206	Applicazioni



Dimensioni comuni					TC TFL		TC TS		TC				TS				TFL			
Tipo	d_1 passo gr	d_1 passo fine	d_2 d_5 *	b min	s da	s a	d_4 mx	k	l_1 ap.	l_1 ch.	s da	s a	l_1 ap.	l_1 ch.	d_4 max	k	l_1 ap.	l_1 ch.
A	3	–	6	4,5	0,5	2,0	8	0,8	9,5	13,0	1,6	3,5	10,0	13,5	5,5	0,35	9,0	12,5
B					1,5	3,5			11,0	14,5	3,0	5,0	11,5	15,0			10,5	14,0
A	4	–	6	6,0	0,5	2,0	9	0,8	10,5	15,0	1,6	3,5	11,0	15,5	6,75	0,50	10,0	14,5
B					1,5	4,0			12,5	17,0	3,0	5,3	13,0	17,5			12,0	16,5
A	5	–	7	7,5	0,6	2,5	10	1,0	12,5	18,0	1,6	4,0	13,0	18,5	8,0	0,60	12,0	17,5
B					2,0	4,5			14,5	20,0	3,5	6,0	15,0	20,5			14,0	19,5
A	6	–	9	9,0	0,5	3,0	12	1,2	16,0	22,5	1,6	4,5	16,5	23,0	10,0	0,60	15,0	21,5
B					2,5	5,5			18,5	25,0	4,0	7,0	19,0	25,5			17,5	24,0
A	8	–	11	10	0,5	3,5	14	1,3	17,0	25,0	1,6	5,0	17,5	25,5	12,0	0,60	16,0	24,0
B					3,0	6,0			19,5	27,5	4,5	7,5	20,0	28,0			18,5	26,5
A	10	10x1,25	13	12,5	0,5	3,5	16	1,5	21,0	30,0	1,6	5,0	21,0	30,0	14,5	0,85	20,0	29,0
B					3,0	6,0			23,5	32,5	4,5	7,5	23,5	32,5			22,5	31,5
A	12	12x1,25	15	15	0,5	3,5	18	2,0	25,0	36,5	1,6	5,0	24,5	36,0	16,5	0,85	23,0	34,5
B					3,0	6,5			28,0	39,5	4,5	8,0	27,5	39,0			26,0	37,5

Materiale	acciaio	acciaio inox	altro mater. da concordare
Cl.resist.	8 UNI 3740/4	X10CrNiS1809 UNI 6901	
Trattam.	ricottura isotermica	solubilizzato	
Superficie	Fe/Zn8c2C UNI 3740/6	naturale	

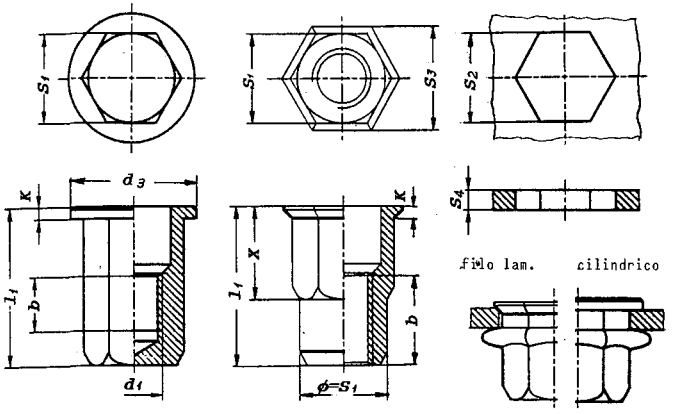
Esempio di designazione, Rivetto tipo A, d_1 = M6, acciaio classe 8:
con testa cilindrica, aperto: ..... Rivetto UNI 9201-A/M6-8
con testa cilindrica, chiuso: ..... Rivetto UNI 9204-A/M6-8
con testa svasata, aperto: ..... Rivetto UNI 9202-A/M6-8
con testa svasata, chiuso: ..... Rivetto UNI 9205-A/M6-8
con testa a filo laminato, aperto: ..... Rivetto UNI 9203-A/M6-8
con testa a filo laminato, chiuso: ..... Rivetto UNI 9206-A/M6-8

Coppia di rivettatura	(prova con vite UNI 5931 clas. resist. 12.9)						
d_1	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
coppia massima N·m	2	5	8,5	11	26	50	80

Spessore di serraggio, tipo A sottile, tipo B medio. Il montaggio dei rivetti viene effettuato con attrezzature manuali o pneumatic.
* toller. dimens. su d_2 - 0,03/ - 0,10 ; su d + 0,15/0.

Rivetti tubolari filettati gambo interam. o parzialm. esagonale

Testa cilindrica chiusi UNI 10446 aperti UNI 10448	Testa filo lamin. chiusi UNI 10445 aperti UNI 10447	Sede e applicazione



Forma 1: rivetti tubolari filettati con gambo esagonale
Forma 2: rivetti tubolari filettati con gambo parzialmente esagonale
Tipo A: per spessore di serraggio sottile
Tipo B: per spessore di serraggio medio

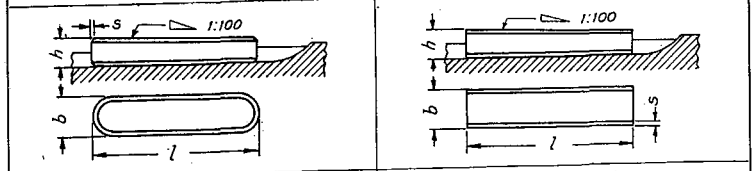
Tipo	Dimensioni comuni				Testa cilindrica					Testa a filo laminato				
	d_1 (passo) gros.	d_1 (passo) fine	b mn	$S_1 = S_2$ -0,01 -0,20 / +0,15 0	d_3 +2 -0,2	K +0,5 -0,1	X for ma2	l_1 ±0,8 chiusi	l_1 ±0,8 aperti	K +0,3 -0,1	X for ma2	l_1 ±0,8 chiusi	l_1 ±0,8 aperti	S_3 max	spess. serrag. S_4
A	M4	–	4	6	9	0,8	6,5	15	10,5	0,5	6,5	14,5	10	6,75	0,5a20
B							8,5	17	12,5		8,5	16,5	12		1,5a4,0
A	M5	–	5	7	10	1	7	18	12,5	0,6	7,5	18	12,5	8	0,5a2,5
B							9	20	14,5		9,5	20	14,5		2,0a4,5
A	M6	–	6	9	12	1,2	9	22,5	15	0,6	9	21,5	15	10	0,5a3,0
B							11,5	25	18,5		11,5	24	17,5		2,5a5,5
A	M8	–	8	11	14	1,3	10	25	17	0,6	10	25	17	12	0,5a3,5
B							12,5	27,5	19,5		12,5	27,5	19,5		3,0a6,0
A	M10	x1,25	10	13	17	1,7	11,5	30,5	21,5	0,85	12	30	21	14,5	0,5a3,5
B							14	33	24		14,5	30,5	23,5		3,0a6,0

Esempio di designazione rivetto tipo A, forma 1, classe res. 8 d =M8
con testa cilindrica, chiuso: Rivetto UNI 10446 A1/M6/8
con testa cilindrica, aperto: Rivetto UNI 10448 A1/M6/8
con testa a filo laminato, chiuso: Rivetto UNI 10445 A1/M6/8
con testa a filo laminato, aperto: Rivetto UNI 10447 A1/M6/8
Zincatura elettrolitica Fe/Zn 8c 2C UNI-ISO 2081 Altre protezioni possono essere concordate all'ordinazione.

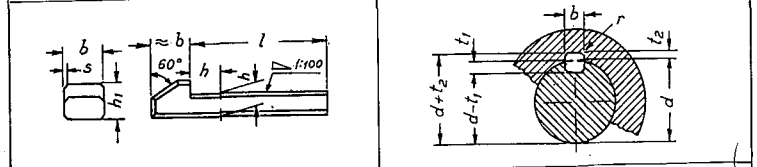
Coppia di rivettatura (prova con vite UNI 5931 classe resist. 12.9)					
d	M4	M5	M6	M8	M10-M10x1,25
coppia max N·m	2,5	4	8	14	30
carichi max N	5000	9000	13000	21000	25000

Chiavette (da UNI 6607) - Chiavette con nasetto (da UNI 6608)

Forma A — UNI 6607 — Forma B



con nasetto UNI 6608 — Applicazioni



Diametro albero d	chiavetta bxh	chiavetta l	chiavetta s da a	cava b D10	cava t_1	cava t_2	cava Toll. t_1-t_2	cava r da a	UNI 6608 h_1
6÷8	2x2	6÷20	0,16	2	1,2	0,5	+0,1	0,08	–
> 8÷10	3x3	6÷36	0,25	3	1,8	0,9	0	0,16	–
> 10÷12	4x4	8÷45		4	2,5	1,2			7
> 12÷17	5x5	10÷56	0,25	5	3	1,7		0,16	8
> 17÷22	6x6	14÷70	0,40	6	3,5	2,2		0,25	10
> 22÷30	8x7	18÷90		8	4	2,4			11
> 30÷38	10x8	22÷110	0,40	10	5	2,4			12
> 38÷44	12x8	28÷140	0,60	12	5	2,4		0,25	12
> 44÷50	14x9	36÷160		14	5,5	2,9	+0,2	0,40	14
> 50÷58	16x10	45÷180		16	6	3,4	0		16
> 58÷65	18x11	50÷200		18	7	3,4			18
> 65÷75	20x12	56÷220	0,60	20	7,5	3,9			20
> 75÷85	22x14	63÷250	0,80	22	9	4,4		0,40	22
> 85÷95	25x14	70÷280		25	9	4,4		0,60	22
> 95÷110	28x16	80÷320		28	10	5,4			25
>110÷130	32x18	90÷360		32	11	6,4			28
>130÷150	36x20	100÷400		36	12	7,1			32
>150÷170	40x22	110÷400	1,00	40	13	8,1		0,70	36
>170÷200	45x25	125÷400	1,20	45	15	9,1		1,00	40
>200÷230	50x28	140÷400		50	17	10,1	+0,3		45
>230÷260	56x32	160÷400	1,60	56	20	11,1	0	1,2	50
>260÷290	63x32	180÷400	2,00	63	20	11,1		1,6	50
>290÷330	70x36	200÷400		70	22	13,1			56
>330÷380	80x40	220÷400	2,50	80	25	14,1		2,0	63
>380÷440	90x45	250÷400	3,00	90	28	16,1		2,5	70
>440÷500	100x50	280÷400		100	31	18,1			80

Note

Serie lunghezze l:
6-8-10-12-14-16-18-20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-70-80-90-100-110-125-140-160-180-200-220-250-280-320-360-400.

Tolleranze su l:

l	chiavetta	cava
fino a 28	0 -0,2	+0,2 0
> 28 a 80	0 -0,3	+0,3 0
> 80	0 -0,5	+0,5 0

Tolleranze chiavetta
su B = h9
su h (sez.quadr.)= h9
su h (sez.rett.)= h11

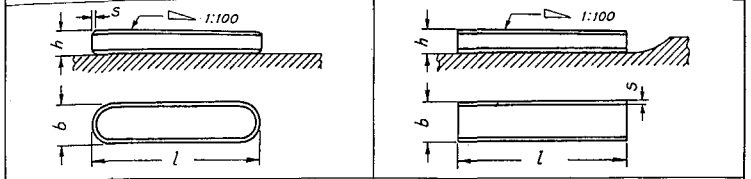
Le forme A e B possono essere combinate, una estremità arrotondata, l'altra diritta. Il simbolo della forma diventa C.

Materiale: Acciaio con R ≥ 590 N/mm². Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura del materiale. La relazione fra diametro albero e sezione chiavetta, si riferisce agli impieghi normali per trasmettere tutto il momento torcente che l'albero pieno può sopportare.

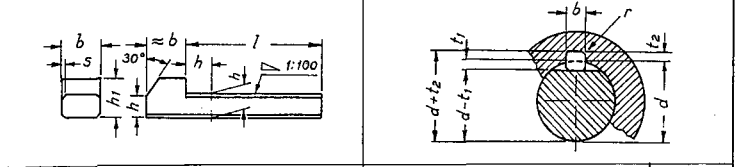
Esempi designazione, chiavetta forma A, bxh = 22x14 mm, l= 140mm
Chiavetta UNI 6607-A 22x14x140.
idem con nasetto:
Chiavetta UNI 6608-22x14x140.

Chiavette ribassate UNI 7511 - ribassate con nasetto UNI 7512

Forma A — UNI 7511 — Forma B



con nasetto UNI 7512 — Applicazione



Diametro albero d	chiavetta bxh h9 h11	chiavetta l	chiavetta s min	chiavetta s max	cava b D10	cava t_1	cava t_2	cava Toll. t_1-t_2	cava r min	cava r max	UNI 7512 h1
22÷30	8x5	20÷70	0,25	0,40	8	3	1,7		0,16	0,25	8
> 30÷38	10x6	25÷90			10	3,5	2,2	+0,1			10
> 38÷44	12x6	32÷125			12	3,5	2,2	0			10
> 44÷50	14x6	36÷140	0,40	0,60	14	3,5	2,2		0,25	0,40	10
> 50÷58	16x7	45÷180			16	4	2,4				11
> 58÷65	18x7	50÷200			18	4	2,4				11
> 65÷75	20x8	56÷220			20	5	2,4				12
> 75÷85	22x9	63÷250			22	5,5	2,9				14
> 85÷95	25x9	70÷280	0,60	0,80	25	5,5	2,9	+0,2	0,40	0,60	14
> 95÷110	28x10	80÷320			28	6	3,4	0			16
>110÷130	32x11	90÷360			32	7	3,4				18
>130÷150	36x12	100÷400			36	7,5	3,9				20
>150÷170	40x14	125÷400	1,00	1,20	40	9	4,4		0,70	1,00	22
>170÷200	45x16	140÷400			45	10	5,4				25
>200÷230	50x18	160÷400			50	11	6,4				28

Serie lunghezze l:
20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-70-80-90-100-110-125-140-160-180-200-220-250-280-320-360-400.

Tolleranze su l:
fino a 28 mm 0/-0,2 mm
oltre 28 fino a 80 mm 0/-0,3 mm
oltre 80 mm 0/-0,5 mm

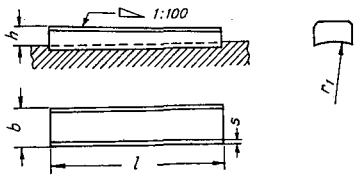
Materiale: Acciaio (R ≥ 590 N/mm²) allo stato finito. Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura. La relazione tra Ø dell'albero e sez. della chiavetta, deve essere strettamente osservata. Questi tipi di chiavette sono impiegate in casi particolari, come ad esempio per motivi di ingombro limitato. Esse trasmettono solo parte del momento torcente che l'albero pieno può sopportare.

In caso di particolari esigenze, le forme A e B della UNI 7511 possono essere combinate: un'estremità diritta e l'altra arrotondata. In tal caso, il simbolo della forma diventa C.

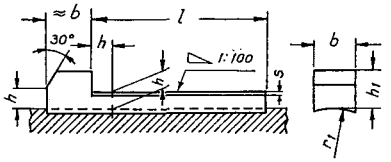
Esempio designazione chiavetta ribassata forma B (diritta), sez. bxh = 20x8, l = 125 mm:
Chiavetta UNI 7511-B 20x8x125.
idem con nasetto:
Chiavetta UNI 7512-20x8x125.

Chiavette ribassate concave UNI 7513 - idem con nasetto UNI 7514

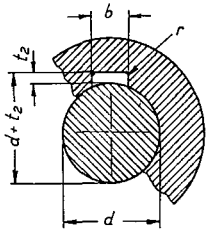
UNI 7513



con nasetto UNI 7514



Applicazione



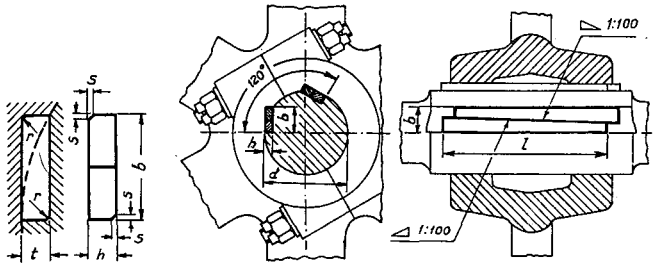
Diametro albero d	chiavetta bxh h9-h11	l	s min	s max	r_1 min	r_1 max	cava b D10	t_2 +0,2/0	r min	r max	UNI 7514 h1
22÷30	8x3,5	20÷70	0,25	0,40	13	15	8	3,2	0,16	0,25	8
30÷38	10x4	25÷90			17	19	10	3,7			10
38÷44	12x4	32÷125			20	22	12	3,7			10
44÷50	14x4,5	36÷140	0,40	0,60	23	25	14	4	0,25	0,40	10
50÷58	16x5	45÷180			27	29	16	4,5			11
58÷65	18x5	50÷200			30	33	18	4,5			11
65÷75	20x6	56÷220			35	38	20	5,5			12
75÷85	22x7	63÷250			40	43	22	6,5			14
85÷95	25x7	70÷280	0,60	0,80	45	48	25	6,4	0,40	0,60	14
95÷110	28x7,5	80÷320			51	55	28	6,9			16
110÷130	32x8,5	90÷360			60	65	32	7,9			18
130÷150	36x9	100÷400	1,00	1,20	70	75	36	8,4	0,70	1,00	20

Serie lunghezze l:
20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-60-80-90-100-110-125-140-160-180-200-220-250-280-320-360-400.

Tolleranze su l:
fino a 28 mm 0/0,2 mm
oltre 28 fino a 80 mm 0/0,3 mm
oltre 80 mm 0/0,5 mm

Materiale: Acciaio (R ≥ 590 N/mm²) allo stato finito. Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura. La relazione tra Ø dell'albero e sez. della chiavetta, deve essere strettamente osservata. Questi tipi di chiavette sono impiegate in casi particolari, come ad esempio per motivi di ingombro limitato. Esse trasmettono solo parte del momento torcente che l'albero pieno può sopportare.
Esempio design. chiav. ribassata concava sez. bxh = 20x6 mm, L = 125 mm.
Chiavetta UNI 7513-20x6x125.
idem con nasetto:
Chiavetta UNI 7514-20x6x125.

Chiavette tangenziali (da UNI 7515)

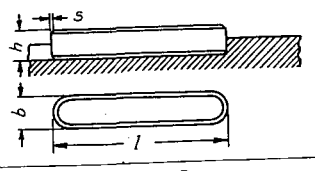


Ø alb. d	chiavetta b*	h h11	s min	s max	cava t	t toll.	r min	r max	Ø alb. d	chiavetta b*	h h11	s min	s max	cava t	t toll.	r min	r max
60	19,3	7			7,3				220	57,1	16			16,4			
63	19,8	7			7,3				240	59,9	16	1,60	2,00	16,4		1,20	1,60
65	20,2	7			7,3				250	64,6	18			18,4			
70	21,0	7			7,3				260	66,0	18			18,4			
71	22,5	8			8,3				280	72,1	20			20,4			
75	23,2	8	0,60	0,80	8,3		0,40	0,60	300	74,8	20			20,4			
80	24,0	8			8,3				320	81,0	22			22,4			
85	24,8	8			8,3	+0,2			340	83,6	22	2,50	3,00	22,4		2,00	2,50
90	25,6	8			8,3	0			360	93,2	26			26,4			
95	27,8	9			9,3				380	95,9	26			26,4			
100	28,6	9			9,3				400	98,6	26			26,4	+0,3 0		
110	30,1	9			9,3				420	108,2	30			30,4			
120	33,2	10			10,3				440	110,9	30			30,4			
125	33,9	10			10,3				450	112,3	30			30,4			
130	34,6	10			10,3				460	113,6	30			30,4			
140	37,7	11			11,4				480	123,1	34	3,00	4,00	34,4		2,50	3,00
150	39,1	11	1,00	1,20	11,4		0,70	1,00	500	125,9	34			34,4			
160	42,1	12			12,4				530	136,7	38			38,4			
170	43,5	12			12,4	+0,3			560	140,8	38			38,4			
180	44,9	12			12,4	0			600	153,1	42			42,4			
190	49,6	14			14,4				630	157,1	42			42,4			
200	51,0	14	1,60	2,00	14,4		1,20	1,60									

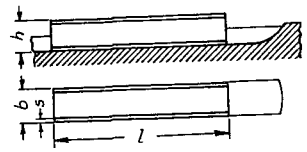
** La larghezza é calcolata con la relazione $b = \sqrt{h(d-h)}$.*
Materiale: Acciaio con R ≥ 590 N/mm² allo stato finito.
Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura.
La relazione tra diametro dell'albero e la sezione della chiavetta deve essere strettamente osservata nei casi di applicazione generale per alberi cilindrici.
Quando la trasmissione é soggetta ad urti particolarmente violenti od a frequenti inversioni del senso di rotazione é raccomandato di utilizzare, per Ø di 100 mm chiavette di sezione più grande (b = 0,3 d; h = 0,1 d) di quelle previste.
La lunghezza delle chiavette deve essere scelta tra le dimensioni lineari nominali per organi meccanici (UNI 2017).
Esempio di designazione di due mezze chiavette tangenziali, aventi b = 24 mm, h = 8 mm, l = 100mm:
Chiavetta UNI 7515-24x8x100.

Linguette (da UNI 6604)

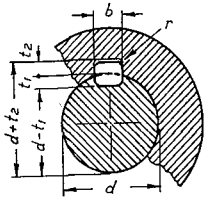
UNI 6604 Forma A



Forma B



Applicazione



Diametro albero d	linguetta bxh	linguetta l	linguetta s da a	cava b	cava t_1	cava t_2	cava toll t_1,t_2	cava r da a
6-8	2x3	6-20	0,16 0,25	2	1,2	1	+0,1 0	0,08 0,16
> 8-10	3x3	6-36		3	1,8	1,4		
> 10-12	4x4	8-45		4	2,5	1,8		
> 12-17	5x5	10-56	0,25 0,40	5	3	2,3		0,16 0,25
> 17-22	6x6	14-70		6	3,5	2,8		
> 22-30	8x7	18-90		8	4	3,3	+0,2 0	
> 30-38	10x8	22-110	0,40 0,60	10	5	3,3		0,25 0,40
> 38-44	12x8	26-140		12	5	3,3		
> 44-50	14x9	36-160		14	5,5	3,8		
> 50-58	16x10	45-180		16	6	4,3		
> 58-65	18x11	50-200		18	7	4,4		
> 65-75	20x12	56-220	0,60 0,80	20	7,5	4,9		0,40 0,60
> 75-85	22x14	63-250		22	9	5,4		
> 85-95	25x14	70-280		25	9	5,4		
> 95-110	28x16	80-320		28	10	6,4		
>110-130	32x18	90-360		32	11	7,4		
>130-150	36x20	100-400	1,0 1,2	36	12	8,4	+0,3 0	0,70 1,0
>150-170	40x22	110-400		40	13	9,4		
>170-200	45x25	125-400		45	15	10,4		
>200-230	50x28	140-400		50	17	11,4		
>230-260	56x32	160-400	1,6	56	20	12,4		1,2 1,6
>260-290	63x32	180-400		63	20	12,4		
>290-330	70x36	200-400		70	22	14,4		
>330-380	80x40	220-400	2,5 3,0	80	25	15,4		2,0 2,5
>380-440	90x45	250-400		90	28	17,4		
>440-500	100x50	280-400		100	31	19,5		

Note

Serie delle lunghezze l:
6-8-10-12-14-16-18-20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-70-80-90-100-110 125-140-160-180-200-220-250 - 280-320-360-400.

Tolleranze su l:

l	linguetta	cava
fino a 28	0/-0,2	+0,2/0
> 28 a 80	0/-0,3	+0,3/0
> 80	0/-0,5	+0,5/0

Tolleranze linguetta:
su B = h9; su h (sez. quadr.) = h9
su h (sez. rettangolare) = h11.

Cava, larghezza b:
accopp. libero, alb. H9, mozzo D10
accopp. incerto alb. N9, mozzo Js9
accopp. blocc. alb. e mozzo P9.

Le forme A e B possono essere combinate, una estremità arrotondata, l'altra diritta. Il simbolo della forma diventa C.

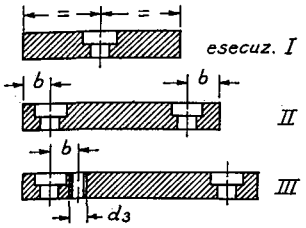
Materiale: Acciaio ($R \geq 590\ N/mm^2$) Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura. La relazione fra Ø albero e sez. lingh. si riferisce agli impieghi normali. E' possibile usare sez. più piccole se la loro resistenza é sufficiente allo sforzo da trasmettere.

Esempio designaz. linguetta forma A, b = 25 mm, h = 14 mm, l =120mm
Linguetta UNI 6604-A 25x14x120.
idem ma tipo B:
Linguetta UNI 6604-B 25x14x120.

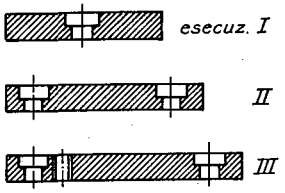
segue

segue: Linguette (da UNI 6604) - Esecuzione (da UNI 6605)

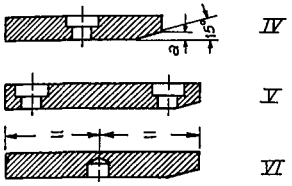
Linguette Forma A - Esecuzione:



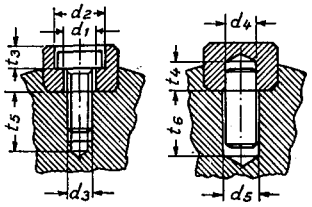
Linguette Forma B - Esecuzione:



con smusso d'imbocco



Montaggi



bxh	a	d_1	d_2	d_3 H6	d_4 H12	d_5	t_3	t_4	t_5	t_6	vite T.C.	spina elast
8x7	3	3,4	6	M3	4	4,5	2,4	4	7	5	M3x8	4x8
10x8	3	3,4	6	M3	4	4,5	2,4	4	8	7	M3x10	4x10
12x8	3	4,5	8	M4	5	5,5	3,2	5	10	9	M4x10	5x10
14x9	3,5	5,5	10	M5	6	6,5	4,1	6	10	10	M5x10	6x12
16x10	4	5,5	10	M5	6	6,5	4,1	6	10	10	M5x10	6x14
18x11	4,5	6,6	11	M6	8	9	4,8	7	12	10	M6x12	8x16
20x12	5	6,6	11	M6	8	9	4,8	8	12	10	M6x12	8x16
22x14	5,5	6,6	11	M6	8	9	4,8	8	12	10	M6x16	8x16
25x14	5,5	9	15	M8	10	11	6	10	15	14	M8x16	10x22
28x16	6,5	11	18	M10	12	13	7,3	10	17	16	M10x16	12x24
32x18	7	11	18	M10	12	13	7,3	12	17	18	M10x20	12x24
36x20	8	14	20	M12	16	17	8,3	14	20	20	M12x25	16x30
40x22	9	14	20	M12	16	17	8,3	16	20	20	M12x25	16x30
45x25	10	14	20	M12	16	17	8,3	16	20	20	M12x30	16x30
50x28	11	14	20	M12	16	17	8,3	16	20	20	M12x30	16x32
56x32	13	14	20	M12	16	17	8,3	16	20	20	M12x35	16x32
63x32	13	14	20	M12	16	17	8,3	16	20	20	M12x35	16x32
70x36	14	18	26	M16	20	21	11,5	20	24	24	M16x40	20x40
80x40	16	18	26	M16	20	21	11,5	20	24	24	M16x45	20x40
90x45	18	22	33	M20	25	26	13,5	25	30	30	M20x50	25x50
100x50	20	22	33	M20	25	26	13,5	25	30	30	M20x55	25x50

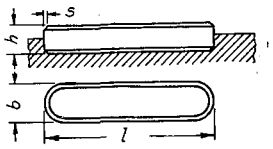
Esecuzione I: si possono usare quando l/h é minore di 5.
Esecuzione II e III: si possono usare quando l/h é maggiore di 5.
Esecuzione IV, V e VI: si possono usare quando il mozzo deve poter scorrere lungo l'albero o per esigenze particolari di montaggio.

Esempio desig. linguetta con smusso d'imbocco e foro per vite:

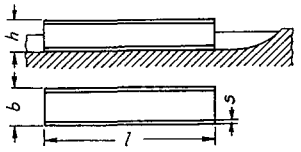
Linguetta UNI 6604-A IV/10x8x25

Linguette ribassate (da UNI 7510)

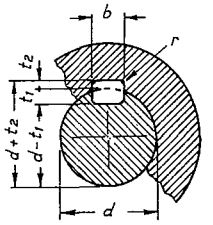
UNI 7510 Forma A



Forma B



Applicazione



Diametro albero d	linguetta bxh	l	s da a	cava b *	t_1	t_2	toll $t_1 t_2$	r da a
12-17	5x3	10-56	0,25 0,40	5	1,8	1,4	+0,1 0	0,16 0,25
> 17-22	6x4	14-70		6	2,5	1,8		
> 22-30	8x5	18-90		8	3	2,3		
> 30-38	10x6	22-110	0,40 0,60	10	3,5	2,8		0,25 0,40
> 38-44	12x6	28-140		12	3,5	2,8		
> 44-50	14x6	36-160		14	3,5	2,8		
> 50-58	16x7	45-180		16	4	3,3	+0,2 0	
> 58-65	18x7	50-200		18	4	3,3		
> 65-75	20x8	56-220	0,60 0,80	20	5	3,3		0,40 0,60
> 75-85	22x9	63-250		22	5,5	3,8		
> 85-95	25x9	70-280		25	5,5	3,8		
> 95-110	28x10	80-320		28	6	4,3		
>110-130	32x11	90-360	1,00 1,20	32	7	4,4		0,70 1,00
>130-150	36x12	100-400		36	7,5	4,9		

Note

Serie delle lunghezze l: 10-12-14-16-18-20-22-25-28-32-36-40-45 -50-56-63-70-80-90-100-110-125-140-160 180-200-220-250-280-32à-360-400.

Tolleranze su l:

l	linguetta	cava
fino a 28	0/-0,2	+0,2/0
> 28 a 80	0/-0,3	+0,3/0
> 80	0/-0,5	+0,5/0

** Cava, tolleranze larghezza b:*
accoppiamento libero
- albero h9 - mozzo D10.
accoppiamento incerto
- albero N9 - mozzo Js9.
accoppiamento bloccato
- albero e mozzo P9.

Materiale: Acciaio (R ≥ 590 N/mm²)

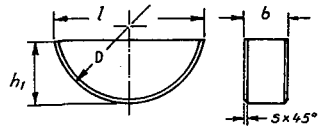
Previo accordo può essere indicata la qualità e lo stato di fornitura. La relazione fra ∅ albero e sez. linguetta deve essere strettamente osservata. Queste linguette sono impiegate per estremità d'albero e in casi particolari di utilizzazione come ad esempio per motivi d'ingombro, per alberi cavi e per mozzi a parete sottile. Esse trasmettono solo parte del momento torcente che l'albero pieno può sopportare.
In caso di particolari esigenze, le forme A e B possono essere combinate: una parte arrotondata e l'altra diritta. In tale caso il simbolo della forma diventa C.

Esempio designazione linguetta ribassata forma A, sezione bxh = 20x8 mm, l = 125 mm:

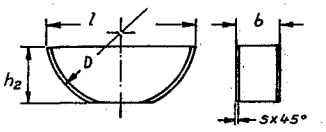
Linguetta UNI 7510-A 20x8x125.

Linguette a disco (da UNI 6606)

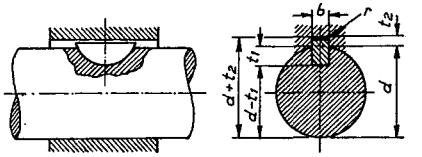
Forma normale



Forma tronca



Applicazione



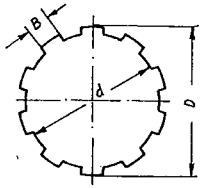
d trasmiss. di coppia >	≤	per posizionam. >	≤	linguetta bxh1* nom	D nom	l =	s max	s min	cava b nom	albero t1 nom	albero t1 toll	mozzo t2 nom	mozzo t2 toll	r max	r min
3	4	3	4	1x1,4	4	3,8	0,25	0,16	1	1	+0,1 0	0,6	+0,2 0	0,16	0,08
4	5	4	6	1,5x2,6	7	6,8			1,5	2		0,8			
5	6	6	8	2x2,6	7	6,8			2	1,8		1			
6	7	8	10	2x3,7	10	9,7			2	2,9		1			
7	8	10	12	2,5x3,7	10	9,7			2,5	2,7		1,2			
8	10	12	15	3x5	13	12,6			3	3,8		1,4			
10	12	15	18	3x6,5	16	15,7			3	5,3		1,4			
12	14	18	20	4x6,5	16	15,7	0,40	0,25	4	5	+0,2 0	1,8		0,25	0,16
14	16	20	22	4x7,5	19	18,6			4	6		1,8			
16	18	22	25	5x6,5	16	15,7			5	4,5		2,3			
18	20	25	28	5x7,5	19	18,6			5	5,5		2,3			
20	22	28	32	5x9	22	21,6			5	7		2,3			
22	25	32	36	6x9	22	21,6			6	6,5	+0,3 0	2,8			
25	28	36	40	6x10	25	24,5			6	7,5		2,8			
28	32	40	-	8x11	28	27,3	0,60	0,40	8	8		3,3		0,40	0,25
32	38	-	-	10x13	32	31,4			10	10		3,3			

Tolleranze:
della linguetta,
su b = h9; su h_1 = h11; su D = h12
della cava,
per accoppiamento incerto:
sulla quota b dell'albero = N9
sulla quota b del mozzo = Js9
per accoppiamento bloccato:
sulla quota b dell'albero e del mozzo = P9.
Materiale: Acciaio (R ≥ 590 N/mm²)
allo stato finito.
** La linguetta a disco di forma tronca ha l'altezza h_2 = 0,8 h_1.*
Per un dato diametro dell'albero, é possibile usare una linguetta a disco di sezione minore di quella indicata in tabella, se compatibile con la coppia da trasmettere. Una sezione maggiore non é invece consigliabile.
Esempio di designazione di una linguetta a disco con bxh = 6x9:

*Linguetta UNI 6606-6x9***

***Può essere aggiunto, qualità e stato di fornitura del materiale. Se di forma tronca, sostituire h_1 con h_2 e aggiungere l'indicazione "tronca".*

Scanalati cilindrici con fianchi paralleli a centraggio interno



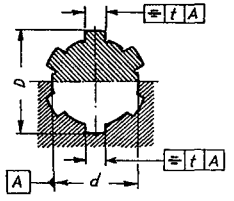
Tolleranze dimensionali

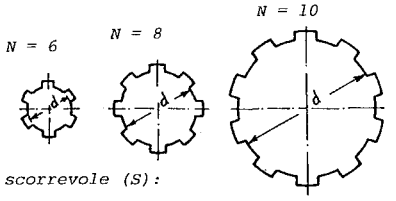
Tolleranze sul mozzo dopo brocciatura non trat. (NT)			trattato (T)			Tolleranze su albero			Tipo di montaggio
B	D	d	B	D	d	B	D	d	
H9	H10	H7	H11	H10	H7	d10	a11	f7	scorrev. (S)
						f9	a11	g7	scorr. sotto carico (SC).
						h10	a11	h7	fisso (F).

d mm	Serie leggera Grandezza	D	B	Denti N°	Serie media Grandezza	D	B	Denti N°
11	-	-	-	-	6x11x14	14	3	6
13	-	-	-	-	6x13x16	16	3,5	6
16	-	-	-	-	6x16x20	20	4	6
18	-	-	-	-	6x18x22	22	5	6
21	-	-	-	-	6x21x25	25	5	6
23	6x23x26	26	6	6	6x23x28	28	6	6
26	6x26x30	30	6	6	6x26x32	32	6	6
28	6x28x32	32	7	6	6x28x34	34	7	6
32	8x32x36	32	6	8	8x32x38	38	6	8
36	8x36x40	40	7	8	8x36x42	42	7	8
42	8x42x46	46	8	8	8x42x48	48	8	8
46	8x46x50	50	9	8	8x46x54	54	9	8
52	8x52x58	58	10	8	8x52x60	60	10	8
56	8x56x62	62	10	8	8x56x65	65	10	8
62	8x62x68	68	12	8	8x62x72	72	12	8
72	10x72x78	78	12	10	10x72x82	82	12	10
82	10x82x88	88	12	10	10x82x92	92	12	10
92	10x92x98	98	14	10	10x92x102	102	14	10
102	10x102x108	108	16	10	10x102x112	112	16	10
112	10x112x120	120	18	10	10x112x125	125	18	10

Tolleranze di simmetria

Larghezza del vano e spessore B del dente	3	3,5 4 5 6	7 8 9 10	12 14 16 18
Tolleranza di simmetria t	0,010 (IT7)	0,012 (IT7)	0,015 (IT7)	0,018 (IT7)





Esempi di designazione
albero scanalato 8x32x36 mont. scorrevole (S):
Albero UNI 8953 - 8x32x36 S
mozzo scanalato 8x32x36 non trattato dopo brocciat. (NT):
Mozzo UNI 8953 - 8x32x36 NT
accopp. scan. 8x32x36 mont. scorr. (S) mozzo tratt. dopo broccat. (T)
Albero/mozzo UNI 8953 - 8x32x36 S/T.

Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

Profilo della cremagliera di riferimento per gli scanalati

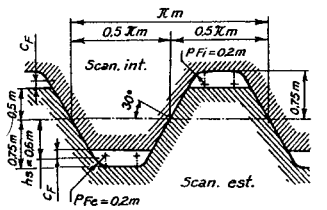


Fig. 1 - con fondo piatto 30°

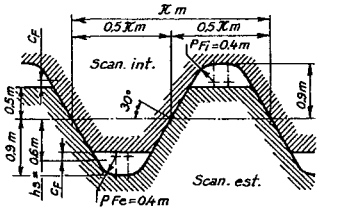


Fig.2-con fondo inter. racc. 30°

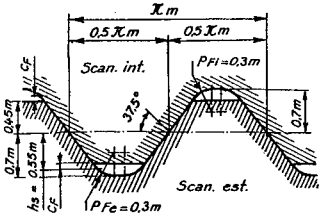


Fig.3-con fondo inter. racc.37,5°

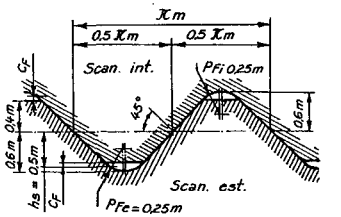


Fig.4-con fondo inter. racc. 45°

Angoli di pressione - Sono previsti 4 tipi di scanalati in base a l'angolo di pressione α e al fondo della scanalatura.

- $\alpha_D = 30°$ - Scanalato con fondo piatto, moduli da 0,5 a 10. Questo accopp. é utilizzato nelle zone di superf. ristretta p. es. pezzi tubolari in cui lo spessore di parete é troppo sottile per avere fondi interam. raccordati. In alternativa lo scanal. interno con fondo piatto può essere accoppiato con uno scanal. esterno con fondo interamente raccordato.
- $\alpha_D = 30°$ - Scanal. con fondo interam. raccord., mod. = 0,5 a 10. Permette carichi considerevoli e una resist. a fatica maggiore di quelle dal fondo piatto a causa dell'assenza di fattori di aumento delle tensioni.
- $\alpha_D = 37,5°$ - Scanal. con fondo interamente raccordato, moduli da 0,5 a 10. Spesso utilizzato quando lo scanal. esterno deve essere formato a freddo, in special modo quando un'angolo di 45° non soddisfa le esigenze funzionali o quando il materiale dell'albero supera limiti di durezza degli utensili di formatura per scanalature con angolo di 30°.
- $\alpha_D = 45°$ - Scanal. con fondo interamente raccord. mod. 0,25 a 2,5 Sono utilizzati quando l'elemento dentato esercita solo una coppia (e non scorre sotto carico), quando lo spessore di parete é sufficientemente grande per resistere a carichi bruscamente variabili. E' facile costruirli a freddo.

- Classi di accoppiamento -
Sono previste sei classi di accoppiamento H/k e H/js con interferenza effettiva, H/h senza interferenza ne gioco effettivo, H/f, H/e, H/d con gioco effettivo.

- Classi di tolleranza -
Sono considerate quattro classi di tolleranza, 4, 5, 6 e 7 corrispondenti alle tolleranze totali (T+λ) scelte da una combinazione di unità di tolleranze comprendente le tolleranze di lavorazione e l'errore globale di forma, per la larghezza del vano e lo spessore del dente.

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

Calcolo dimens. e toller. per tutte le classi di accoppiam.		
Termine	**Simbolo**	**Formule**
Diametro primitivo	D	mZ (m, tab. 1) $Z = D : m$
Diametro di base	D_b	$mZ \cos \alpha_D$
Passo primitivo	P	πm
Passo di base	P_b	$\pi m \cos \alpha_D$
- SCANALATI INTERNI -		
Diametro esterno minimo		
30° fondo piatto	$D_{ei\ min}$	$m (Z + 1,5)$
30° fondo raccordato	$D_{ei\ min}$	$m (Z + 1,8)$
37,5° fondo raccordato	$D_{ei\ min}$	$m (Z + 1,4)$
45° fondo raccordato	$D_{ei\ min}$	$m (Z + 1,2)$
Diametro esterno massimo	$D_{ei\ max}$	$D_{ei\ min}+(T+\lambda)/tg\ \alpha_D$ (tab. 2)
Gioco di forma	C_F	$0,1\ m$
Diam. di forma minimo 30°	$D_{Fi\ min}$	$m (Z + 1) + 2\ C_F$
Diam. di forma min. 37,5°	$D_{Fi\ min}$	$m (Z + 0,9) + 2\ C_F$
Diam. di forma minimo 45°	$D_{Fi\ min}$	$m (Z + 0,8) + 2\ C_F$
Diametro interno minimo	$D_{ii\ min}$	$D_{Fe\ max}+ 2\ C_F$ (nota 1)
Diam. int. max $m \leq 0,75$	$D_{ii\ max}$	$D_{ii\ min}+$ toller. H10 } tol.H,tab.6
Diam. int. max $0,75<m<2$	$D_{ii\ max}$	$D_{ii\ min}+$ toller. H11 } tol.H,tab.6
Diam. int. max $m \geq 2$	$D_{ii\ max}$	$D_{ii\ min}+$ toller. H12 } tol.H,tab.6
Largh. teorica , Largh. effett. min e Largh. reale del vano	E ed $E_{v\ min}$	$0,5\ \pi\ m$
classe	E_{max}	$E_{v\ min}+(T+\lambda)$ (tab. 2)
Largh. reale min del vano	E_{min}	$E_{v\ min}+\lambda$ } (tab. 3)
Largh. eff. max del vano	$E_{v\ max}$	$E_{max}-\lambda$ } (tab. 3)
- SCANALATI ESTERNI -		
Scostam. super. effettivo	es_v	Risultante scost. fond. (tab.4)
Diametro est. max 30°	$D_{ee\ max}$	$m(Z+1)+es_v/tg\ \alpha_D$ } (vedi tab.5 e nota 2)
Diametro est. max 37,5°	$D_{ee\ max}$	$m(Z+0,9)+es_v/tg\ \alpha_D$ } (vedi tab.5 e nota 2)
Diametro est. max 45°	$D_{ee\ max}$	$m(Z+0,8)+es_v/tg\ \alpha_D$ } (vedi tab.5 e nota 2)
Diam. est. min $m \leq 0,75$	$D_{ee\ min}$	$D_{ee\ max}$-toller.h10 } (tab. 6)
Diam. est. min $0,75<m<2$	$D_{ee\ min}$	$D_{ee\ max}$-toller.h11 } (tab. 6)
Diam. est. min. $m \geq 2$	$D_{ee\ min}$	$D_{ee\ max}$-toller.h12 } (tab. 6)
Diametro di forma	$D_{Fe\ max}$	$2\sqrt{(0,5D_b)^2+\left(0,5D\,sen\alpha_D-\frac{h_s\frac{0,5es_v}{tg\ \alpha_D}}{sen\ \alpha_D}\right)^2}$ (valore di h_s, vedi nota 3)
Ø int. max 30° fondo piatto	$D_{ie\ max}$	$m(Z-1,5)+es_v/tg\ \alpha_D$ } val. tab. 5
Ø int. max 30° fondo racc.	$D_{ie\ max}$	$m(Z-1,8)+es_v/tg\ \alpha_D$ } val. tab. 5
Ø int. max37,5°fondo racc.	$D_{ie\ max}$	$m(Z-1,4)+es_v/tg\ \alpha_D$ } val. tab. 5
Ø int. max 45° fondo racc.	$D_{ie\ max}$	$m(Z-1,2)+es_v/tg\ \alpha_D$ } val. tab. 5
Diametro interno minimo	$D_{ie\ min}$	$D_{ie\ max}-(T+\lambda)tg\ \alpha_D$ (tab. 2)
Spessore teorico dente	S	$0,5\ \pi\ m$
Spess. eff. max dente	$S_{v\ max}$	$S + es_v$ (valori es_v tab. 4)
Spess.reale min dente clas.	S_{min}	$S_{v\ max}-(T+\lambda)$ (Tab. 2)
Spess. reale max	S_{max}	$S_{v\ max}-\lambda$ } (valori λ tab. 3)
Spess. effett. min	$S_{v\ min}$	$S_{min} + \lambda$ } (valori λ tab. 3)

Nota 1 - Usare il valore $D_{fe\ max}$ (accopp. H/h) per ogni tipo di accoppiamento

Nota 2 - Per gli scostamenti fondamentali js e k, adottare un valore dello scostam. super. nullo.

Nota 3 - Valori di h_s: 0,6m(30°), 0,55m(37,5°),0,5m(45°)

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

Tab. 1 - Moduli previsti per scanal. in base all'ang. di press. (α_D).

m	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	4	5	6	8	10
30°		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37,5°		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
45°	x	x	x	x	x	x	x	x	x						

Tab. 2 - Toll. totale sulla largh. del vano e spess. dente ($T+\lambda$) µm.

Classe di tolleranza	Qualità di tolleranza		Unità di tolleranza	
basata su	D	FoS	D(1)	EoS(2
4	IT6 + IT9		10i + 40i	
5	IT7 + IT10		16i + 64i	
6	IT8 + IT11		25i + 100i	
7	IT9 + IT12		40i + 160i	

dove:
(1) $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001\ D$ per $D \leq 500$ mm.

$i = 0,004\ D + 2,1$ per $D > 500$ mm

(2) $i = 0,45\sqrt[3]{E}$ (oppure S) + + 0,001 E (oppure S).

La risultante ($T+\lambda$), somma della tolleranza di lavorazione e dell'errore globale di forma é espresso in µm. Per ottenere ($T+\lambda$) in millimetri moltiplicare il risultato per 0,001.

Tabella 3 - Errore globale di forma (λ) µm.

Cl. di tol.	Errori totali di divisione F_p	Errori totali di profilo f_f	Errori totali di direzione $F\beta$
4	$2,5\sqrt{L}+6,3$	$1,6\varphi_f+10$	$0,8\sqrt{g}+4$
5	$3,55\sqrt{L}+9$	$2,5\varphi_f+16$	$1,0\sqrt{g}+5$
6	$5\sqrt{L}+12,5$	$4\varphi_f+25$	$1,25\sqrt{g}+6,3$
7	$7,1\sqrt{L}+18$	$6,3\varphi_f+40$	$2\sqrt{g}+10$

dove:
L (lunghezza dell'arco) = $mZ\ \pi/2$.
φ_f (fattore di tolleranza) = $= m + 0,0125\ mZ$.
g = lungh. dello scanalato in mm.
L'effetto singolo di ciascuno di questi errori al montaggio, é minore del loro effetto cumulativo e pertanto:

$$\lambda = 0,6\sqrt{(F_p)^2 + (F_f)^2 + (F\beta)^2}$$

Questo valore é riferito ad una lunghezza di presa = 1/2D.
Può essere corretto se la lunghezza é maggiore.

Tab. 4 - Scost. lim. (es_v) risultanti dagli scostamenti fondam. (µm).

Diametro primitivo D mm	Scanalati esterni: Scostamento superiore in rapporto allo spessore teorico del dente S al diametro primitivo, µm, per scostam.fondam. d	e	f	h	js	k	Scan. interni: Scost. inf. in rapporto alla largh. vano E H
<3	-20	-14	-6	0	in funzione della classe considerata	in funzione della classe considerata	0
>3 a 6	-30	-20	-10	0			0
>6 a 10	-40	-25	-13	0			0
>10 a 18	-50	-32	-16	0			0
>18 a 30	-65	-40	-20	0			0
>30 a 50	-80	-50	-25	0			0
>50 a 80	-100	-60	-30	0			0
>80 a 120	-120	-72	-36	0			0
>120 a 180	-145	-85	-43	0			0
>180 a 250	-170	-100	-50	0			0
>250 a 315	-190	-110	-56	0			0
>315 a 400	-210	-125	-62	0			0
>400 a 500	-230	-135	-68	0			0
>500 a 630	-260	-145	-76	0			0
>630 a 800	-290	-160	-80	0			0
>800 a 1000	-320	-170	-86	0			0

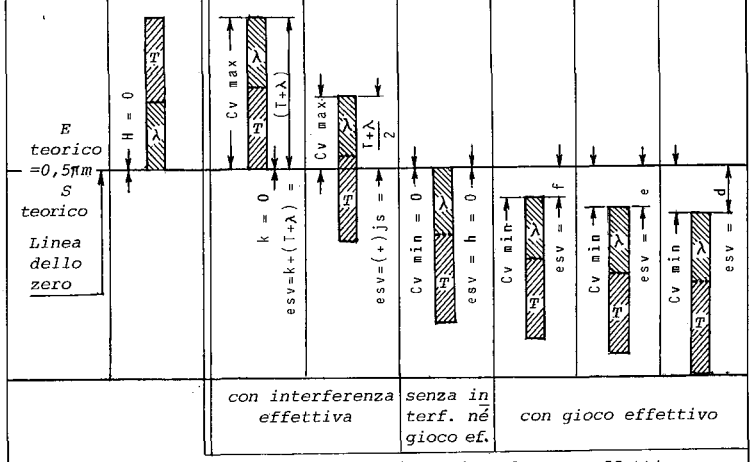
$\frac{S_{v\ max}-S_{min}}{2}$ più

$S_{v\ max}-S_{min}$ più

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

Rappresentazione grafica degli scostamenti fondamentali secondo le classi di accoppiamento degli scanalati



Cv = gioco effettivo o interferenza effettiva

Tabella 5 - Riduzione dei diametri interno ed esterno (D_{ie} e D_{ee}); degli scanalati esterni risultanti dagli scostamenti fondamentali.

Diametro primitivo D mm	$es_v/tg\ \alpha_D$ (µm) per d 30°	d 37,5°	d 45°	e 30°	e 37,5°	e 45°	f 30°	f 37,5°	f 45°	h α_D	js α_D	k α_D
≤3	-35	-26	-20	-24	-18	-14	-10	-8	-6	0	$\frac{Sv\ max-Smin}{2} \times tg\alpha_D$	$Sv\ max-Smin \times tg\alpha_D$
>3a6	-52	-39	-30	-35	-26	-20	-17	-13	-10	0		
>6a10	-69	-52	-40	-43	-33	-25	-23	-17	-13	0		
>10a18	-87	-65	-50	-55	-42	-32	-28	-21	-16	0		
>18a30	-113	-85	-65	-69	-52	-40	-35	-26	-20	0		
>30a50	-139	-104	-80	-87	-65	-50	-43	-33	-25	0		
>50a80	-173	-130	-100	-104	-78	-60	-52	-39	-30	0		
>80a120	-208	-156	-120	-125	-94	-72	-62	-47	-36	0		
>120a180	-251	-189	-145	-147	-111	-85	-74	-56	-43	0		
>180a250	-294	-222	-170	-173	-130	-100	-87	-65	-50	0		
>250a315	-329	-248	-190	-191	-143	-110	-97	-73	-56	0		
>315a400	-364	-274	-210	-217	-163	-125	-107	-81	-62	0		
>400a500	-398	-300	-230	-234	-176	-135	-118	-89	-68	0		
>500a630	-450	-339	-260	-251	-189	-145	-132	-99	-76	0		
>630a800	-502	-378	-290	-277	-209	-160	-139	-104	-80	0		
>800a1000	-554	-417	-320	-294	-222	-170	-149	-112	-86	0		

+ il risult. di | + il risult. di

tg α_D 30° = 0,57735; tg α_D 37,5° = 0,76733; tg α_D 45° = 1.

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

Tabella 6 - Tolleranze sui diametri (µm)
diam. int. (Dii) scanalato interno
diam. est. (Dee) scanalato esterno

Diametro $D_{ii\ min}$ o $D_{ee\ max}$	Toll.su Dii (µm) per moduli m 0,25-0,75	1-1,75	2-10	Toll.su Dee (µm) per moduli m 0,25-0,75	1-1,75	2-10
mm	H10	H11	H12	h10	h11	h12
3	+40	-	-	-40	-	-
3a6	+48	+75	-	-48	-75	-
6a10	+58	+90	-	-58	-90	-
10a18	+70	+110	+180	-70	-110	-180
18a30	+84	+130	+210	-84	-130	-210
30a50	+100	+160	+250	-100	-160	-250
50a80	+120	+190	+300	-120	-190	-300
80a120	-	+220	+350	-	-220	-350
120a180	-	+250	+400	-	-250	-400
180a250	-	-	+460	-	-	-460
250a315	-	-	+520	-	-	-520
315a400	-	-	+570	-	-	-570
400a500	-	-	+630	-	-	-630
500a630	-	-	+700	-	-	-700
630a800	-	-	+800	-	-	-800
800a1000	-	-	+900	-	-	-900
	Val.inf.tol.=0			Val.sup.tol. = 0		

Tab.7 - Raggi di raccordo sc.int.e est.in funz. dei raggi di rif. delle crem.

Modulo	Raggio min (mm) per α_D 30° (Fig. 1)	30° (Fig. 2)	37,5° (Fig. 3)	45° (Fig. 4)
m	0,2m	0,4m	0,3m	0,25m
10	2,00	4,00	3,00	-
8	1,60	3,20	2,40	-
6	1,20	2,40	1,80	-
5	1,00	2,00	1,50	-
4	0,80	1,60	1,20	-
3	0,60	1,20	0,90	-
2,5	0,50	1,00	0,75	0,62
2	0,40	0,80	0,60	0,50
1,75	0,35	0,70	0,52	0,44
1,5	0,30	0,60	0,45	0,38
1,25	0,25	0,50	0,38	0,31
1	0,20	0,40	0,30	0,25
0,75	0,15	0,30	0,22	0,19
0,5	0,10	0,20	0,15	0,12
0,25	-	-	-	0,06

Possono essere utiliz. anche per il calc. tensioni

- Note -

Per meglio determinare il significato degli aggettivi, sinonimi, reale ed effettivo, usati per definire le dimensioni del vano e del dente degli scanalati, si riportano le seguenti definizioni:
- Larghezza teorica del vano o spessore teorico del dente (circolari) sul primitivo, E o S:
Per scanalati con angoli di pressione di 30°, 37,5° o 45° é uguale alla metà del passo primitivo.
- Larghezza reale del vano: Larghezza circolare, misurata sul cerchio primitivo, di ciascun vano compresa nei valori limite Emax e Emin.
- Larghezza effettiva del vano Ev: Per uno scanalato interno, é uguale allo spessore circolare del dente sul cerchio primitivo di uno scanalato esterno immaginario perfetto, che si accoppia senza gioco né interferenza nello scanalato interno su tutta la lunghezza assiale dell'accoppiamento scanalato.
Il vano effettivo minimo Ev min, sempre uguale a E dello scanalato interno, costituisce sempre l'elemento di base. Differenze di accoppiamento possono essere ottenute variando solo lo spessore del dente dello scanalato esterno.
Le stesse definizioni valgono per lo spessore del dente con la differenza che Sv, come detto sopra, può essere variato per ottenere differenze di accoppiamento.
Definizione della tolleranza totale (T+λ): Somma della tolleranza di lavorazione e dell'errore globale di forma. La tolleranza totale su uno scanalato interno é la differenza tra la larghezza effettiva minima e la larghezza reale del vano; su uno scanalato esterno é la differenza tra lo spessore effettivo massimo e lo spessore reale minimo del dente.
- Tolleranza di lavorazione (T): La tolleranza di lavorazione (T) si calcola facendo la differenza tra la tolleranza totale (T+λ) e l'errore globale di forma (λ) cioé (T+λ) -

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

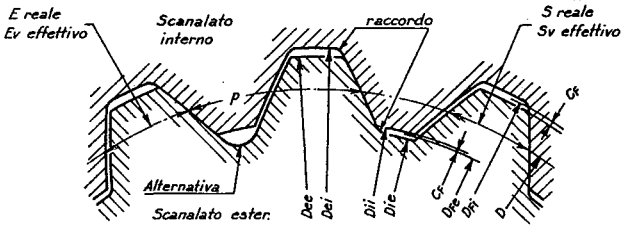


Fig. 5 - Scanalato con fondo piatto, ang. press. 30°, moduli 0,5 ÷ 10

Termini, simb. dati da indic. a disegno (Per tutti i tipi di scanal.)

Scanalato interno			Scanalato esterno		
Numero di denti	Z	.....	Numero di denti	Z	.....
Modulo	m	.....	Modulo	m	.....
Angolo di press.	α_D	.....	Angolo di press.	α_D	.....
Diametro di base	D_b	xx,xxxx*	Diametro di base	D_b	xx,xxxx
Diam. primitivo	D	xx,xxxx*	Diam. primitivo	D	xx,xxxx
Diam. esterno	D_{ei}	xx,xxmax xx,xxmin	Diam. esterno	D_{ee}	xx,xx -toll.h
Diam. di forma	D_{Fi}	xx,xxmin	Diam. di forma	D_{Fe}	xx,xxmax
Diametro interno	D_{ii}	xx,xx +toll. H	Diametro interno	D_{ie}	xx,xxmax xx,xxmin
Passo di base	P_b	xx,xxxx	Passo di base	P_b	xx,xxxx
Largh. circolare vano max reale	E max	xx,xxx	Spess. circolare dente max effett.	$S_{v\ max}$	xx,xxx
min reale	E min	xx,xxx*	min effett.	$S_{v\ min}$	xx,xxx
max effett.	$E_{v\ max}$	xx,xxx	max reale	S max	xx,xxx*
min effett.	$E_{v\ min}$	xx,xxx-	min reale	S min	xx,xxx-
Mis.tra i rulli*	M_{Ri}	xx,xxx xx,xxx	Mis.sui rulli	M_{Re}	xx,xxx- xx,xxx
Diam. del rullo	D_{Ri}	x,xxx	Diam.del rullo	D_{Re}	x,xxx
Raggio di raccordo (tabella 7)			Raggio di raccordo (tabella 7)		

* Valori non, o difficilmente misurabili, servono solo per determinare le dimens. da verif. * Sezione 3a "Verifica"(in preparaz.)

- Combinazione di tipi -

Gli scanalati interni con fondo piatto possono essere accoppiati con scanalati esterni con fondo interamente raccordato quando quest'ultimo deve resistere a concentrazioni di tensioni.
Questo può essere fatto se si prescrive per Die min il valore del Die min con fondo interamente raccordato, specificando che il fondo é "facoltativo".
Parimenti, in altra alternativa si può adottare uno scanalato interno con fondo piatto o interamente raccordato prescrivendo per Dei max il valore del Dei max con fondo interamente raccordato, specificando che il fondo é "facoltativo".

- Nota -

Il diametro esterno dello scanalato interno con fondo piatto e, se necessario, il diametro ai punti di tangenza dei raccordi, devono trovarsi tra il diametro di forma e il diametro esterno minimo dello scanalato interno interamente raccordato.

segue

segue: Scanalati cilindrici diritti con fianchi ad evolvente

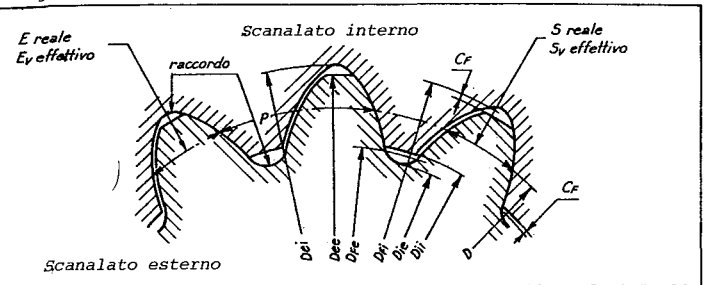


Fig. 6 - Scanal. fondo inter. raccord., ang. press. 30°, mod. 0,5 ÷ 10

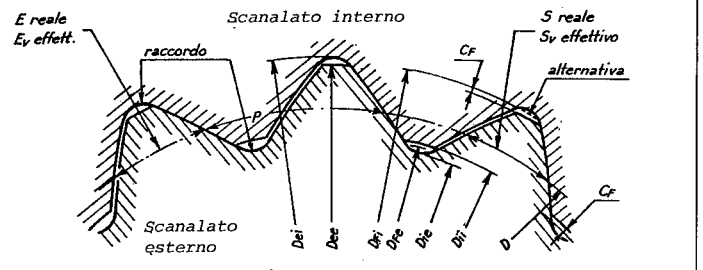


Fig. 7 - Scanal. fondo inter. raccord., ang. press. 37,5°, m = 0,5 ÷ 10

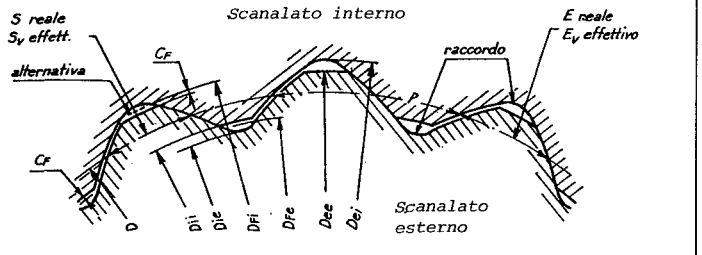


Fig. 8 - Scanal. fondo inter. raccord., ang. press. 45°, m = 0,25÷2,5

Designazione
Scanalato interno = INT, esterno= EXT, accoppiamento = INT/EXT, numero denti = ...Z, modulo =... m angolo di pressione (esempio 30° fondo piatto) = 30P, (fondo raccordato) = 30R, classe di tolleranza (scanalato interno) = H, (scanalato esterno) = k, js, ecc., accoppiamento (esempio) = 5H/5f, UNI-ISO 4156.

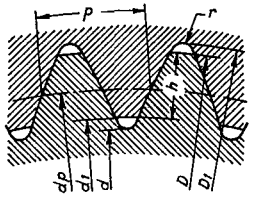
Esempio, accopp. scan. 24 denti, modulo 2,5, ang. press. 30° int. raccordato, classe toll. 5, accoppiamento H/f.
accoppiamento:
INT/EXT 24Zx2,5mx30Rx5H/5f
UNI ISO 4156.
scanalato interno:
INT 24Zx2,5mx30Rx5H UNI ISO 4156.
scanalato esterno:
EXT 24Zx2,5mx30Rx5f UNI ISO 4156.

Profili scanalati per accoppiamenti di alberi e mozzi

Innesti a dentatura CUNA NC. 008 - 01

Rif. D_1	dp	h	mod. m	passo p	z	mozzo d_1 H11	mozzo r max	albero D h11	albero d max
8	7				14	6,2		7,9	6
10	9				18	8,2		9,9	8
12	11				22	10,2		11,9	10
15	14	0,9	0,5	1,520	28	13,2	0,18	14,9	13
17	16				32	15,2		16,9	15
20	19				38	18,2		19,9	18
22	21				42	20,2		21,9	20
24	22,50				30	21,3		23,8	21
27	25,50				34	24,3		26,8	24
30	28,50	1,3	0,75	2,355	38	27,3	0,27	29,8	27
33	31,50				42	30,3		32,8	30
39	37,50				50	36,3		38,8	36
45	43,50				58	42,3		44,8	42
50	47,50				38	45,5		49,8	45
55	52,50				42	50,5		54,8	50
60	57,50				46	55,5		59,8	55
65	62,50				50	60,5		64,8	60
70	67,50				54	65,5		69,8	65
75	72,50	2,3	1,25	3,925	58	70,5	0,45	74,8	70
80	77,50				62	75,5		79,8	75
85	82,50				66	80,5		84,8	80
90	87,50				70	85,5		89,8	85
95	92,50				74	90,5		94,8	90
100	97,50				78	95,5		99,8	95

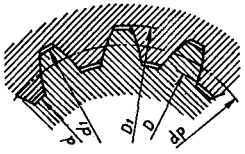
L'elevato numero di denti permette una più facile mes sa in fase degli organi col legati al mozzo con quelli collegati all'albero. La cur vatura dei fianchi dei denti deriva dalla generazione del profilo mediante creato



re con denti a fianchi rettilinei formanti angolo 60° L'angolo dell'evolvente é di 30°. - Commissione tecnica di unificazione dell'autoveicolo. (NC.008-01).

Innesti a dentatura STUB

Questa dentatura si calcola con proporzionamento modulare e con 2 moduli; il primo (m) per il diam. primitivo e il secondo (m_1) per i diametri esterni e interni. So



no usate le coppie di moduli: 1/0,5-1,25/0,75- 1,5/1-2/1,5-2,5/2-3/2,5- per i dp fra 10 e 75 mm, e z fra 9 e 25. Ang. di press. = 20°, s = 1,5708·m.

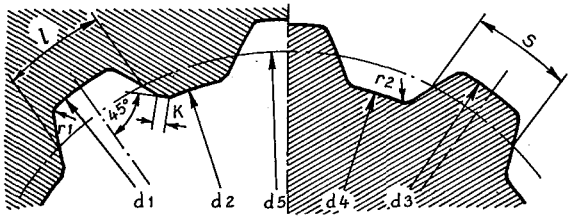
Proporzionamento

	mozzo	albero
N° denti	$z = dp : m$	
1° mod.	$m = dp : z$	
Ø prim.	$dp = z \cdot m$	
Ø ester.	$D_1 = dp + 2m_1 \cdot 1,166$	$d_1 = dp + 2m_1$
Ø inter.	$D = dp - 2m_1$	$d = dp - 2m_1 \cdot 1,166$

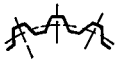
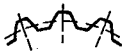
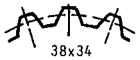
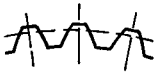
Alcuni valori calcolati per $m/m_1 = 1/0,5$

dp	z	mozzo D_1	mozzo D	albero d_1	albero d
9	9	10,166	8	10	7,834
10	10	11,166	9	11	8,834
11	11	12,166	10	12	9,834
12	12	13,166	11	13	10,834
13	13	14,166	12	14	11,834
14	14	15,166	13	15	12,834
15	15	16,166	14	16	13,834
16	16	17,166	15	17	14,834
17	17	18,166	16	18	15,834
18	18	19,166	17	19	16,834

Profili scanalati su alberi e mozzi con dent. ad evolv. (DIN 5482)

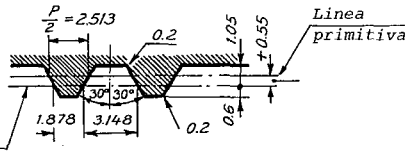
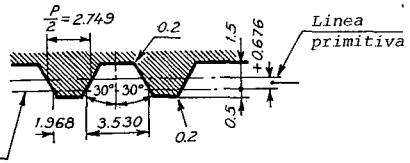
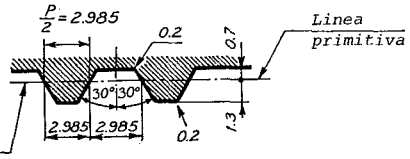
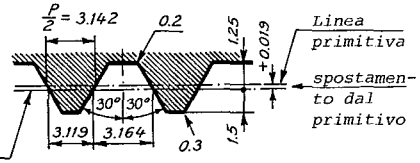
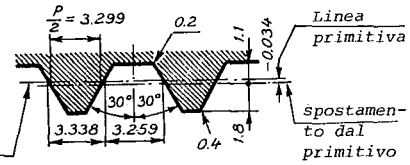
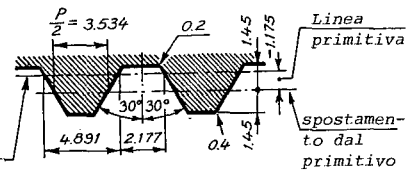


B (albero)

Profilo di riferimento	d_1 d_2 H12H11	d_3 h11	d_4	d_5	z	M	Spostam. profilo	l=s	max r_1	max r_2	k min
 25x22	15x12	14,5	11,5	12,8	8	1,60	+ 0,500	3,090	0,15	0,25	0,3
	17x14	16,5	13,5	14,4	9		+ 0,700	3,321			
	18x15	17,5	14,5	16,0	10		+ 0,400	2,975			
	20x17	19,5	16,5	19,20	12		- 0,200	2,282			
	22x19	21,5	18,5	20,80	13		0	2,513			
	25x22	24,5	21,2	22,40	14		+ 0,550	3,148			
 35x31	28x25	27,5	24,5	26,25	15	1,75	+ 0,302	3,098	0,15	0,25	0,3
	30x27	29,5	26,3	28,00	16		+ 0,327	3,127			
	32x28	31,5	27,6	29,75	17		+ 0,102	2,867			
	35x31	34,5	30,5	31,50	18		+ 0,676	3,530			
 38x34	38x34	37,5	33,5	36,10	19	1,90	0	2,985	0,15	0,25	0,3
	40x36	39,5	35,5	38,00	20		+ 0,049	3,042			
	42x38	41,5	37,5	39,90	21		+ 0,099	3,100			
55x50	45x41	44,5	40,6	44,00	22	2,00	- 0,181	2,933	0,25	0,35	0,4
	48x44	47,5	43,2	46,00	23		+ 0,119	3,280			
	50x45	49,5	44,6	48,00	24		- 0,181	2,933			
	52x47	51,5	46,5	50,00	25		- 0,231	2,875			
	55x50	54,5	49,0	52,00	26		+ 0,019	3,164			
	58x53	57,5	52,0	54,00	27		+ 0,518	3,741			
	60x55	59,5	54,5	56,00	28		+ 0,768	4,030			
68x62	62x57	61,5	56,5	60,90	29	2,10	- 0,434	2,797	0,35	0,45	0,5
	65x60	64,3	59,5	63,00	30		+ 0,015	3,317			
	68x62	67,3	61,5	63,10	31		- 0,034	3,259			
	70x64	69,3	63,5	67,20	32		- 0,084	3,201			
	72x66	71,3	65,5	69,30	33		- 0,134	3,144			
	75x69	74,3	68,5	71,40	34		+ 0,315	3,663			
	78x72	77,3	71,5	73,50	35		+ 0,765	4,183			
	80x74	79,3	73,5	75,60	36		+ 0,715	4,125			
 98x92	82x76	81,3	75,5	83,25	37	2,25	- 2,425	0,734	0,35	0,45	0,5
	85x79	84,3	78,5	85,50	38		- 2,050	1,167			
	88x82	87,3	81,5	87,75	39		- 1,673	1,600			
	90x84	89,3	83,5	90,00	40		- 1,799	1,456			
	92x86	91,3	85,5	92,25	41		- 1,923	1,311			
	95x89	94,3	88,5	94,50	42		- 1,549	1,744			
	98x92	97,3	91,5	96,75	43		- 1 175	2,177			
	100x94	99,3	93,5	99,00	44		- 1,299	2,033			

segue

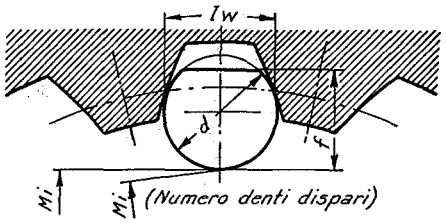
Profili scanalati su alberi e mozzi con dent. ad evolv. (DIN 5482)

	Profilo dei creatori
Gruppo con modulo M = 1,6	
Gruppo con modulo M = 1,75	
Gruppo con modulo M = 1,9	
Gruppo con modulo M = 2,0	
Gruppo con modulo M = 2,1	
Gruppo con modulo M = 2,25	

segue

Profili scanalati su alberi e mozzi con dent. ad evolv. (DIN 5482)

Quote di controllo sui mozzi dentati

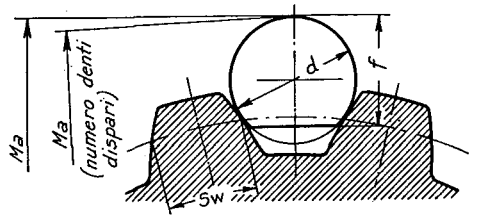


Misura nomin. profili	Sfere o rulli d	Sfere o rulli f	Vano lw (1)	Mi (2) H10 sup.	Mi (2) H10 inf.	Note
15x12			3,090	9,186	9,084	
17x14	3,0	2,5	3,321	11,016	10,930	
18x15			2,975	12,145	12,058	
20x17	2,5	2,0	2,282	15,618	15,529	(1)La misura lw del
22x19	3,0	2,7	2,513	15,755	15,637	vano é una misura no-
25x22			3,148	18,920	18,830	minale. (2) Mi misura
28x25	3,5	3,2	3,098	20,859	20,746	to tra sfere o rulli
30x27			3,127	22,828	22,720	per lw nel campo di
32x28	3,0	2,7	2,867	25,605	25,527	tolleranze ISO.
35x31			3,530	28,695	28,613	(*) Per le misure di
38x34			2,985	30,547	30,461	lw, inferiori a 1,6mm
40x36	3,5	3,2	3,042	32,712	32,612	il campo di tollerان-
42x38			3,100	34,632	34,535	za H10 é lo stesso di
45x41	4,0	3,6	2,933	36,709	36,610	quello da 1,6 a 3 mm.
48x44		3,0	3,280	41,102	41,010	(a) Eventuali errori
50x45		3,2	2,933	42,515	42,433	provocati dalle mac-
52x47	3,5		2,875	44,310	44,229	chine operative o dai
55x50			3,164	46,944	46,902	trattamenti termici,
58x53		-	3,741	49,967	49,881	possono essere corret-
60x55			4,030	51,037	50,949	ti mediante le usuali
62x57			2,797	53,405	53,317	operazioni di rettifi-
65x60		3,7	3,317	56,691	56,596	ca che si eseguono su
68x62			3,259	58,602	58,506	gli ingranaggi ad e-
70x64	4,0		3,201	60,673	60,577	volvente.
72x66			3,144	62,590	62,495	Esempi di designaz.
75x69			3,663	65,769	65,679	Mozzo con misure nomi-
78x72			4,183	68,745	68,659	nali d1 = 25, d2 =22:
80x74			4,125	70,815	70,730	Mozzo dentato DIN
82x76		-	0,734*	73,069	72,967	5482 - A 25x22.
85x79			1,167*	76,468	76,376	Albero con misure no-
88x82			1,600*	79,624	79,539	minali d1=25,d2 = 22:
90x84	3,5		1,456*	81,651	81,564	Albero dentato DIN
92x86			1,311*	83,537	83,450	5482 - B 25x22.
95x89			1,744	86,778	86,696	
98x92			2,177	89,841	89,762	
100x94			2,033	91,875	91,796	

segue

Profili scanalati su alberi e mozzi con dent. ad evolv. (DIN 5482)

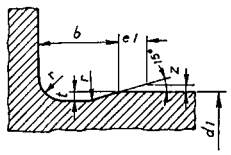
Quote di controllo sugli alberi dentati



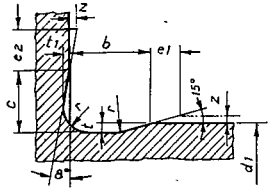
Misura nomin. profil	Sfere o rulli d	Sfere o rulli f	Spess. Sw (1)	Ma (2) e9 sup.	Ma (2) e9 inf.	Ma (2) h9 sup.	Ma (2) h9 inf.	Ma (2) k9 sup.	Ma (2) k9 inf.	Note
15x12			3,090	17,985	17,947	18,011	17,970	18,049	18,011	
17x14		2,7	3,321	19,656	19,618	19,681	19,642	19,719	19,681	
18x15			2,975	21,092	21,059	21,111	21,078	21,145	21,111	(1) La misura Sw
20x17		–	2,282	23,418	23,389	23,439	23,401	23,476	23,439	del dente é nomi-
22x19	3,0		2,513	25,120	25,084	25,141	24,104	25,177	25,141	nale.
25x22			3,148	27,793	27,751	27,829	27,779	27,862	27,820	(2) Ma, misurato
28x25			3,098	30,764	30,720	30,794	30,750	30,838	30,794	tra sfere o rul-
30x27		2,7	3,127	32,718	32,673	32,748	32,703	32,792	32,748	li per Sw nel
32x28			2,867	33,954	33,915	33,975	33,936	33,014	33,975	campo di toller.
35x31			3,530	36,830	36,786	36,860	36,816	36,903	36,860	ISO.
38x34			2,985	41,168	41,130	41,190	41,152	41,228	41,190	(*) Per Sw infe-
40x36			3,042	43,281	43,235	43,312	43,265	43,356	43,312	riori a 1,6 mm,
42x38			3,100	45,158	45,112	45,189	45,143	45,235	45,189	i campi di tolle-
45x41			2,933	48,631	48,591	48,654	48,614	48,694	48,654	ranze e9, h9, k9
48x44	3,5		3,280	51,067	51,020	51,098	51,051	51,145	51,098	sono gli stessi
50x45			2,933	52,635	52,594	52,657	52,617	52,698	52,657	di quelli da 1,6
52x47			2,875	54,440	54,400	54,463	54,423	54,504	54,463	a 3 mm.
55x50			3,164	57,001	56,953	57,033	56,935	57,082	57,033	(a) vedi nota al
58x53			3,741	59,818	59,772	59,849	59,803	59,895	59,849	la pagina prece-
60x55	4,0	–	4,030	63,732	63,687	63,762	63,717	63,806	63,762	dente.
62x57	3,5		2,797	64,700	64,657	64,724	64,681	64,766	64,724	Esempi di desig.
65x60			3,317	67,748	67,699	67,781	67,731	67,830	67,781	Albero con misu-
68x62			3,259	71,102	71,054	71,134	71,086	71,181	71,134	re nominali d1 =
70x64			3,201	73,198	73,150	73,230	73,182	73,278	73,230	25, d2 = 22:
72x66			3,144	75,128	75,080	75,160	75,112	75,209	75,160	Albero dentato
75x69			3,663	78,137	78,089	78,168	78,121	78,215	78,168	DIN 5482-B 25x22
78x72			4,183	80,971	80,924	81,001	80,955	81,047	81,001	Mozzo con misure
80x74			4,125	83,064	83,018	83,095	83,049	83,142	83,095	nominali d1 = 25
82x76	4,0		0,734*	83,982	83,932	84,010	83,960	84,059	84,010	d2 = 22:
85x79			1,167*	87,151	87,104	87,178	87,130	87,226	87,178	Mozzo dentato
88x82			1,600*	90,142	90,096	90,167	90,122	90,213	90,167	DIN 5482-A 25x22
90x84		3,7	1,456*	92,198	92,151	92,224	92,177	92;270	92,224	
92x86			1,311*	94,114	94,067	94,140	94,093	94,187	94,140	
95x89			1,744	97,227	97,181	97,252	97,207	97,297	97,252	
98x92			2,177	100,185	100,141	100,210	100,166	100,254	100,210	
100x94			2,033	102,245	102,201	102,270	102,225	102,314	102,270	

Gole di scarico per parti da rettificare

Forma E (1 superf. da rettif.)



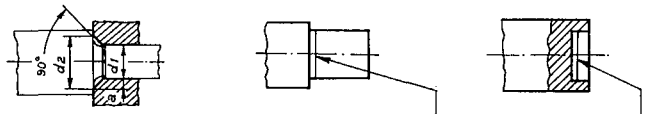
Forma F (2 superf. da rettif.)



Diametro d_1	Designazione	Forma	r	t	b	c	t_1	2a min	Influenza del sovrammetallo (Z)		
≤ 1,6	E 0,1x0,1	E	0,1	0,1	0,5	–	–	0	La presenza del so-		
> 1,6 ÷ 3	E 0,2x0,1	E	0,2	0,1	1	–	–	0,2	vrammetallo Z compor-		
> 3 ÷ 10	E 0,4x0,2	E	0,4	0,2	2	–	–	0,4	ta l'aumento di b e		
> 10 ÷ 18	E 0,6x0,2	E	0,6	0,2	2	–	–	0,8	c delle grandezze e_1		
> 18 ÷ 80	E 0,6x0,3	E	0,6	0,3	2,5	–	–	0,6	e e_2 riportate nel		
oltre 80	E 1 x 0,4	E	1	0,4	4	–	–	1,2	prospetto seguente.		
> 18 ÷ 50	E 1 x 0,2	E	1	0,2	2,5	–	–	1,6			
> 50 ÷ 80	E 1,6x0,3	E	1,6	0,3	4	–	–	2,6	Z	e_1	e_2
>80 ÷ 125	E 2,5x0,4	E	2,5	0,4	5	–	–	4,2	0,1	0,37	0,71
oltre 125	E 4 x 0,5	E	4	0,5	7	–	–	7	0,15	0,36	1,07
≤ 1,6	F 0,1x0,1	F	0,1	0,1	0,5	0,8	0,1	0	0,2	0,75	1,42
> 1,6 ÷ 3	F 0,2x0,1	F	0,2	0,1	1	0,9	0,1	0	0,25	0,93	1,78
> 3 ÷ 10	F 0,4x0,2	F	0,4	0,2	2	1,1	0,1	0	0,3	1,12	2,14
> 10 ÷ 18	F 0,6x0,2	F	0,6	0,2	2	1,4	0,1	0,2	0,4	1,49	2,85
> 18 ÷ 80	F 0,6x0,3	F	0,6	0,3	2,5	2,1	0,2	0	0,5	1,87	3,56
oltre 80	F 1 x 0,4	F	1	0,4	4	3,2	0,3	0	0,6	2,24	4,27
> 18 ÷ 50	F 1 X 0,2	F	1	0,2	2,5	1,8	0,1	0,8	0,7	2,61	4,98
> 50 ÷ 80	F 1,6x0,3	F	1,6	0,3	4	3,1	0,2	1,1	0,8	2,99	5,69
>80 ÷ 125	F 2,5x0,4	F	2,5	0,4	5	4,8	0,3	1,9	0,9	3,36	6,4
oltre 125	F 4 x 0,5	F	4	0,5	7	6,4	0,3	4	1	3,73	7,12

$d_2 = d_1 + 2a$

Rappresentazioni schematiche sui disegni e esempi di designazione.

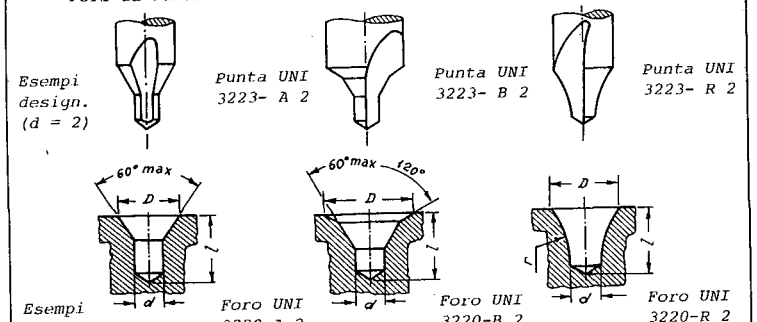


Smusso per il contropezzo — Gola UNI 4386-F-1x0,2 — Gola UNI 4386-E-1x0,2

Questa norma stabilisce le gole di scarico da rettificare per impieghi generali (fino a 1x0,4 mm) per parti soggette a sollecitazioni alterne (le rimanenti).
Sono escluse le gole con funzioni speciali (es. scarichi di filetta ture, spallamento cuscinetti volventi, passaggi di sezione d'albero, ecc.). Le dimensioni sono valide per pezzi finiti.
Finitura superficiale: di regola Ra 3, se necessaria diversa, indicarla nella designazione.
Le gole con dimensioni ≥ 0,6x0,2 sono ottenute con procedimento a copiare.
** La correlazione fra diametro d_1 e gole di scarico non vale per estremità corte e per pezzi a parete sottile. Per semplificare, su uno stesso pezzo con diametri diversi, possono essere impiegate gole della stessa dimensione.*

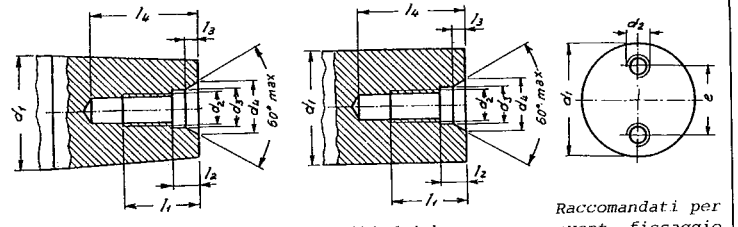
Fori da centro e punte per fori da centro

Fori da centro UNI 3220 e Punte per fori da centro UNI 3223



des. d	D AeR	D B	l AeR	l B	r	des. d	D AeR	D B	l AeR	l B	r
0,5 •	1,06	-	1,10	-	-	2,5	5,30	8	5,10	5,90	8,0
0,63•	1,32	-	1,40	-	-	3,15	6,70	10	6,50	7,50	10,0
0,8 •	1,70	-	1,70	-	-	4	8,50	12,5	8,20	9,40	12,5
1	2,12	3,15	2,10	2,40	3,15	5 •	10,6	16	10,1	11,7	16,0
1,25•	2,65	4	2,60	3,0	4,0	6,3	13,2	18	12,6	14,0	20,0
1,5	3,35	5	3,20	3,70	5,0	8	17,0	22,4	16,3	17,9	25,0
2	4,25	6,3	4,10	4,70	6,3	10	21,2	28	20,2	22,2	31,0

Estremità d'albero cil. e conico - Fori da centro filettati UNI 9321.



Raccomandati per event. fissaggio

Coniche, serie lunga e corta d_1 ≥	d_1 <	d_2 6H	d_3 H10	d_4 ≈	l_1 +2/0	l_2 ≈	l_3 ≈	l_4 min	Cilindriche d_1 ≥	d_1 <	d_2 6H	e
10	14	M 4	4,3	6,7	10	3,2	2,1	14	24	30	M 6	14
14	18	M 5	5,3	8,1	12,5	4	2,4	17	30	40	M 6	16
18	22	M 6	6,4	9,6	16	5	2,8	21	40	50	M 8	20
22	25	M 8	8,4	12,2	19	6	3,3	25	50	60	M 8	25
25	32	M 10	10,5	14,9	22	7,5	3,8	30	60	70	M 10	30
32	40	M 12	13	18,1	28	9,5	4,4	37,5	70	90	M 12	40
40	55	M 16	17	23	36	12	5,2	45	90	110	M 12	50
55	90	M 20	21	28,4	42	15	6,4	53	110	140	M 12	60
90	140	M 24	25	34,2	50	18	8	63	140	160	M 16	75

Valida per la estremità degli alberi di comando o di accoppiamento per la trasmissione del moto. La relazione d_1-d_2 é indicativa e conveniente per le applicazioni correnti. In casi particolari si può usare una relazione diversa.
• Usare solo per eccezione.

Estremità d'albero cilindriche

lunga (1) d_1 6÷630 corta (2)

d_1	t	l_1 (1)	l_1 (2)	T (Nm) a)	T (Nm) b)	T (Nm) c)	d_1	t	l_1 (1)	l_1 (2)	T (Nm) a)	T (Nm) b)	T (Nm) c)
6		16	-	-	0,31	0,145	90		170	130	5600	4120	1900
7				-	0,53	0,25	95				6500	4870	2300
8		20	-	-	0,85	0,4	100		210	165	7750	5800	2720
9				-	1,28	0,6	110				10300	8250	3870
10		23	20	-	1,85	0,875	120				13200	11200	5150
11				-	2,58	1,22	125				15000	12800	6000
12		30	25	-	3,55	1,65	130		250	200	17000	14500	-
14	j6			-	6	2,8	140				21200	19000	-
16		40	28	-	9,75	4,5	150				25800	24300	-
18				-	14,5	6,7	160		300	240	31500	30700	-
19				-	17,5	8,25	170				37500	37500	-
20		50	36	-	21,2	9,75	180				45000	-	-
22				-	29	13,6	190		350	280	53000	-	-
24				-	40	18,5	200				61500	-	-
25		60	42	-	46,2	21,2	220				82500	-	-
28				-	69	31,5	240		410	330	106000	-	-
30		80	58	206	87,5	40	250				118000	-	-
32				250	109	50	260	m6			136000	-	-
35				325	150	69	280		470	380	170000	-	-
38				425	200	92,5	300				206000	-	-
40	k6	110	82	487	236	112	320				250000	-	-
42				560	280	132	340		550	450	300000	-	-
45				710	355	170	360				355000	-	-
48				850	450	212	380				425000	-	-
50				950	515	243	400				487000	-	-
55				1280	730	345	420				560000	-	-
56				1360	775	355	440				650000	-	-
60				1650	975	462	450		650	540	690000	-	-
63				1900	1150	545	460				750000	-	-
65	m6	140	105	2120	1280	600	480				850000	-	-
70				2650	1700	800	500				950000	-	-
71				2720	1800	825	530		800	680	1150000	-	-
75				3250	2120	1000	560				1360000	-	-
80		170	130	3870	2650	1250	600				1650000	-	-
85				4750	3350	1550	630				1900000	-	-

a) Trasmissione di una coppia di torsione semplice

$$T = \frac{9{,}80665\ \pi}{4} \times 10^{-3} \times d_1^{\,3} \quad (Nm)$$

b) Trasm. coppia di tors. e soll. a flessione entrambe conosciute

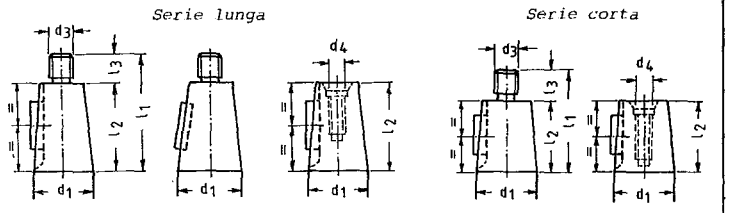
$$T = 58{,}8399 \times 10^{-5} \times d_1^{\,3{,}5} \quad (Nm)$$

c) Trasm.coppia di tors.conosciuta e soll. a fless. indeterminata

$$T = 27{,}45862 \times 10^{-5} \times d_1^{\,3{,}5} \quad (Nm)$$

Ipotesi per acciaio avente resistenza a trazione 500 ÷ 600 N/mm^2
Eventuale collegamento con:
Linguetta vedi UNI 6604.
Chiavetta vedi UNI 6607 - 6608.
Linguetta a disco vedi UNI 6606.
Raccordi estremità d'alberi vedi UNI 4386.
Esempio design. estremità cilindrica lunga avente d_1 = 20 mm:
Estremità cilindrica UNI-ISO 775-20x50.

Estremità d'albero coniche con conicità 1:10



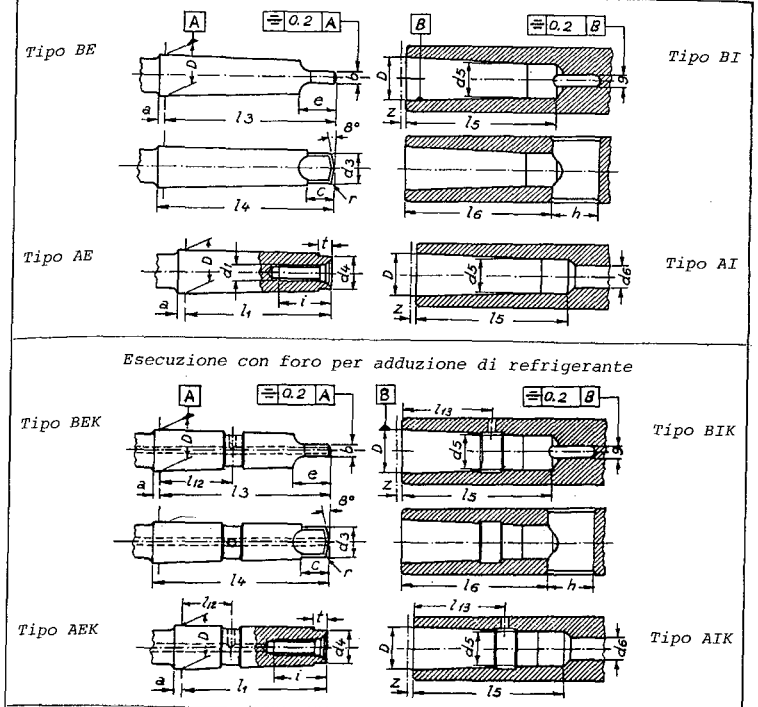
d_1 6÷220 240÷630 12÷125 16÷220 16÷125

Dimensioni comuni					Serie lunga		Serie corta	
d_1	l_3	b×h	d_3	d_4	l_1	l_2	l_1	l_2
6	6		4	–	16	10	–	–
7				–			–	–
8	8		6	–	20	12	–	–
9				–			–	–
10	8			–	23	15	–	–
11		2x2		–			–	–
12	12		8x1		30	18	–	–
14		3x3		4			–	–
16								
18	12		10x1,25	5	40	28	28	16
19		4x4						
20								
22	14		12x1,25	6	50	36	36	22
24								
25	18	5x5	16x1,5	8	60	42	42	24
28								
30								
32	22		20x1,5	10	80	58	58	36
35		6x6						
38								
40			24x2	12				
42		10x8						
45								
48	28	12x8	30x2	16	110	82	82	54
50								
55		14x9	36x3					
56								
60				20				
63		16x10	42x3					
65								
70	35				140	105	105	70
71		18x11	48x3	24				
75								
80	40	20x12	56x4	30	170	130	130	80
85								

Dimensioni comuni					Serie lunga		Serie corta	
d_1	l_3	b×h	d_3	d_4	l_1	l_2	l_1	l_2
90	40	22x14	64x4	30	170	130	130	90
95				36				
100	45	25x14	72x4					
110			80x4	42	210	165	165	120
120		28x10	90x4					
125				48				
130	50			–				
140		32x18	100x4	–	250	200	200	150
150			110x4	–				
160	60	36x20	125x4	–				
170				–	300	240	240	180
180		40x22	140x6	–				
190	70			–				
200			160x6	–	350	280	280	210
220		45x25		–				
240	80			–			–	–
250		50x28	180x6	–	410	330	–	–
260			200x6	–			–	–
280	90	56x32	220x6	–			–	–
300		63x32		–	470	380	–	–
320			250x6	–			–	–
340	100	70x36	280x6	–			–	–
360				–	550	450	–	–
380			300x6	–			–	–
400	110	80x40		–			–	–
420			320x6	–			–	–
440				–			–	–
450		90x45	350x6	–	650	540	–	–
460				–			–	–
480			380x6	–			–	–
500				–			–	–
530	120	100x50	420x6	–			–	–
560			450x6	–	800	680	–	–
600			500x6	–			–	–
630			550x6	–			–	–

Linguette conformi alla UNI 6604. Le estremità d'albero possono essere realizzate anche senza linguetta. Filett. interne e fori da centro, vedi UNI 9331. Esempio design. estrem. conica lunga d = 20 linguetta UNI 6604: Estremità conica UNI-ISO 775 – 20x50 – 4x4.

Coni autobloccanti per coduli (in mm e in pollici)



Esempio design. codulo metrico con adduzione di refrigerante: Codulo UNI-ISO 296 AEK metrico 80

Esempio designazione cono interno con cava Morse 2: Cono interno UNI-ISO 296 BI Morse 2

Dati comuni a coduli e coni interni (mm)						Dati dei coni interni						
Tipo	*	N°	D	conicità	N°	d_5 H11	d_6	l_5 min	g A13	l_6	h	z
piccoli	-B m	4	4	1:20 = 0,05	4	3	–	25	2,2	21	8	0,5
	-B m	6	6	1:20 = 0,05	6	4,6	–	34	3,2	29	12	0,5
	AB M	0	9,045	0,6246:12=1:19,212=0,05205	0	6,7	–	52	3,9	49	15	1
uso corrente	AB M	1	12,065	0,59858:12=1:20,047=0,04988	1	9,7	7	56	5,2	52	19	1
	AB M	2	17,780	0,59941:12=1:20,02=0,04995	2	14,9	11,5	67	6,3	62	22	1
	AB M	3	23,825	0,60235:12=1:19,922=0,05194	3	20,2	14	84	7,9	78	27	1
	AB M	4	31,267	0,62326:12=1:19,254=0,05194	4	26,5	18	107	11,9	98	32	1,5
	AB M	5	44,399	0,63151:12=1:19,002=0,05263	5	38,2	23	135	15,9	125	38	1,5
	AB M	6	63,348	0,62565:12=1:19,18=0,05214	6	54,6	27	188	19	177	47	2
grandi	AB m	80	80	1:20 = 0,05	80	71,5	33	202	26	186	52	2
	AB m	100	100	1:20 = 0,05	100	90	39	240	32	220	60	2
	AB m	120	120	1:20 = 0,05	120	108,5	39	276	38	254	70	2
	AB m	160	160	1:20 = 0,05	160	145,5	52	350	50	321	90	3
	AB m	200	200	1:20 = 0,05	200	182,5	52	424	62	388	110	3

* Cono: M = Morse, m = metrico.

(segue)

segue: Coni autobloccanti per coduli (in mm e in pollici)

Dati dei coduli - (dimensioni in mm)

N°	a	d_1	d_3 max	d_4 max	l_1 max	l_3 0/-0,1	l_4 max	l_{12}	b h13	c	e max	i min	R max	r	t max
4	2	-	-	2,5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6	3	-	-	4	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
0	3	-	6	6	50	56,5	59,5	-	3,9	6,5	10,5	-	4	1	4
1	3,5	M6	8,7	9	53,5	62	65,5	-	5,2	8,5	13,5	16	5	1,2	5
2	5	M10	13,5	14	64	75	80	27	6,3	10	16	24	6	1,6	5
3	5	M12	18,5	19	81	94	99	36	7,9	13	20	24	7	2	7
4	6,5	M16	24,5	25	102,5	117,5	124	47	11,9	16	24	32	8	2,5	9
5	6,5	M20	35,7	35,7	129,5	149,5	156	60	15,9	19	29	40	12	3	10
6	8	M24	51	51	182	210	218	90	19	27	40	47	18	4	16
80	8	M30	67	67	196	220	228	-	26	24	48	59	24	5	24
100	10	M36	85	85	232	260	270	-	32	28	58	70	30	5	30
120	12	M36	102	102	268	300	312	-	38	32	68	70	36	6	36
160	16	M48	138	138	340	380	396	-	50	40	88	92	48	8	48
200	20	M48	174	174	412	460	480	-	62	48	108	92	60	10	60

Dati comuni coduli e coni int. (dimensioni in pollici)

Dati dei coni interni

*	N°	D	conicità	d_5 H11	d_6 min	l_5 min	g H12	l_6	h	z
B	1	0,23922	0,502:12=1:23,904=0,04183	0,203	-	1	0,141	29/32	13/32	0,04
B	2	0,29968	0,502:12=1:23,904=0,04183	0,255	-	11/4	0,172	11/8	9/16	0,04
B	3	0,37525	0,502:12=1:23,904=0,04183	0,319	-	19/16	0,203	113/32	13/32	0,04
M	1	0,475	0,59858:12=1:20,047=0,04988	0,378	9/32	23/16	0,223	21/16	3/4	0,0393
M	2	0,7	0,59941:12=1:20,02=0,04995	0,588	7/16	221/32	0,27	21/2	7/8	0,0393
M	3	0,938	0,60235:12=1:19,922=0,0502	0,797	9/16	39/32	0,333	31/16	11/8	0,0393
M	4	1,231	0,62326:12=1:19,254=0,05194	1,044	11/16	45/32	0,493	37/8	11/4	0,0393
M	5	1,748	0,63151:12=1:19,002=0,05263	1,502	11/16	55/16	0,65	415/16	11/2	0,0393
M	6	2,494	0,62565:12=1:19,18=0,05214	2,1575	11/8	73/8	0,76	7	17/8	0,0393

* B = Coni Brown e Sharpe, M = Coni Morse.

Dati dei coduli - (dimensioni in pollici)

N°	a	d_1 UNC	d_3 e d_4	l_1 max	l_3 0 -0,004	l_4 max	l_{12}	b h12	c	e max	i min	R max	r	t max
1	3/32	-	11/64	15/16	13/16	19/32	-	0,125	1/4	0,381	-	3/16	1/32	1/8
2	3/32	-	7/32	13/16	11/2	119/32	-	0,1562	5/16	0,455	-	3/16	1/32	1/8
3	3/32	-	9/32	11/2	17/8	131/32	-	0,1875	3/8	0,532	-	3/16	3/64	1/8
1	1/8	1/4	11/32	21/8	27/16	29/16	-	0,2031	11/32	0,52	1/2	3/16	3/64	3/16
2	3/16	3/8	17/32	29/16	215/16	31/8	1,063	0,25	13/32	0,66	3/4	1/4	1/16	3/16
3	3/16	1/2	23/32	33/16	311/16	37/8	1,4173	0,3125	17/32	0,83	0,945	9/32	5/64	1/4
4	1/4	5/8	31/32	41/16	45/8	47/8	1,8504	0,4687	5/8	0,96	11/4	5/16	3/32	1/4
5	1/4	5/8	113/32	53/16	57/8	61/8	2,3622	0,625	3/4	1,15	11/4	0,472	1/8	5/16
6	1/16	1	2	71/4	81/4	89/16	3,5433	0,75	11/16	1,58	1,85	0,709	5/32	3/8

Tipi di coni autobloccanti raccomandati da ISO

Denominazione	Dimensioni in mm	Dimens. in pollici
Coni piccoli	metrici N° 4 e N° 6	Brown e Scharpe dal N° 1 al N° 3
Coni di uso corrente	Morse dal N° 1 al N° 6 (1)	
Coni grandi	metrici N° 4 e N° 6	—

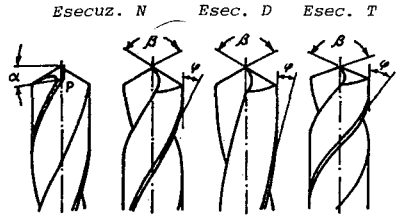
(1) Escluso le filettature, i coni Morse dal N° 1 al N° 6, sia in mm che in pollici sono intercambiabili, anche se non identici.

Campo d'impiego degli utensili (punte elicoidali)

Materiale da lavorare	esecuzione dell'utensile			β ±3°
Acciaio resist. traz. R fino a 500 N/mm² ...	N	-	T*	118
Acciaio resist. traz. R oltre 500 a 800 N/mm²	N	-	-	130
Acciaio res. traz. R oltre 800 a 1000 N/mm².	N	D*	-	130
Acciaio res. traz. R oltre 1000 a 1300 N/mm²	N*	D	-	130
Acciaio in getti	N	D*	-	118
Ghisa HB (10-3000-30) fino a 180	N	-	-	118
Ghisa HB (10-3000-30) oltre 180	-	D	-	118
Ghisa malleabile	N	-	-	118
Rame e leghe di rame tenere	N*	-	T	140
Leghe di rame crude	N	D*	-	140
Leghe di zinco	N*	-	T	118
Alluminio e leghe di alluminio tenere	-	-	T	140
Leghe di all. semid. e dure bassa vel.taglio	N	-	T*	140
Leghe di all. dure alte veloc. di taglio ...	-	-	T	140
Leghe di magnesio	N*	-	T	140
Materiali sintetici non stratificati	N	-	T*	80
Materiali sintetici stratificati	-	-	T	80

N.D.T (parte attiva degli utensili lasciata a facoltà del fabbric.).
* Esecuzione possibilmente da evitare.

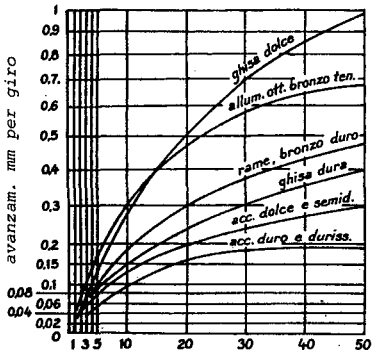
Punte elicoidali (normale esecuzione dei fabbricanti)
- A titolo indicativo -



Esecuz. N: lavoraz. acciai da costruzioni, ghisa grigia, non ferrosi media durezza. Esecuz. D: Materiali particolarmente duri e tenaci. Esecuz. T: Materiali particolarmente teneri e malleabili. Velocità di taglio (punte in acciaio rapido e superrapido):

≤ 35 m/min. acciaio dolce.
≤ 20 m/min. acc.duro, ghisa
≤ 60 m/min. ottone e bronzo
≤ 180 m/min. alluminio e sue leghe.

Avanz. delle punte in funz. Ø e mater.

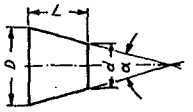


Øpunta mm	angolo di spoglia α N	D	T
÷3	24÷18	15÷12	30÷25
>3÷10	18÷14	12÷10	25÷20
>10÷20	12÷10	10÷ 8	18÷15
>20÷40	10÷ 8	8÷ 6	15÷12
>40	8÷ 6	7÷ 5	12÷10

Øpunta mm	inclinazione elica φ N	D	T
÷0,6	13°÷19°	-	-
>0,6÷1	15°÷21°	-	-
>1÷3,2	17°÷23°	8°÷12°	30°÷38°
>3,2 5	19°÷25°	9°÷15°	30°÷40°
>5÷10	22°÷28°	10°÷16°	35°÷45°
>10	25°÷30°	10°÷16°	35°÷45°

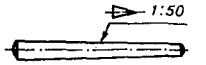
Conicità ed angoli di cono

(Rif. UNI 157)



Questa norma si applica soltanto a coni lisci. La conicità C é il rapporto tra la differenza dei diametri di due sezioni e la distanza tra le sezioni stesse, espressa dalla relazione:

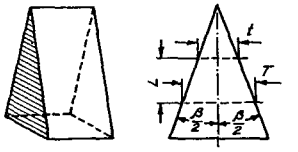
$$C = \frac{D-d}{L} = 2tg\,\frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2}\,ctg\,\frac{\alpha}{2}$$

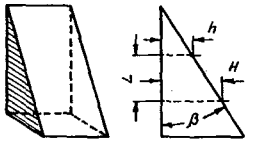


La con. é una grand. adimensionata. p.e. C = 1:50 indica che per L = 50 si ha la differ. di 1 mm tra D e d per cui 1/2 ctg α /2 = 50

serie 1	serie 2	conicità C	angolo di cono α		Esempi di applicazione
120°	-	1:0,288675	-	-	Svasat.,smussi di filet.
90°	-	1:0,500000	-	-	Teste viti,estrem.viti.
-	75°	1:0,651613	-	-	Teste di chiodi.
60°	-	1:0,866025	-	-	Fori da centro.
45°	-	1:1,207107	-	-	
30°	-	1:1,866025	-	-	-
1:3	-	-	18°55'28,7"	18,924644°	Coni ritegno molle valv.
-	1:4	-	14°15'0,1"	14,250033°	Parti di macch.utensili.
1:5	-	-	11°25'16,3"	11,421186°	Coni calet.innesti friz.
-	1:6	-	9°31'38,2"	9,527283°	Rubinetti per tubazioni.
-	1:7	-	8°10'16,4"	8,171234°	-
-	1:8	-	7°9'9,6"	7,152669°	-
1:10	-	-	5°43'29,3"	5,724810°	Estr. alberi, calet.mecc.
-	1:12	-	4°46'18,8"	4,771888°	Buss. traz. cuscinetti.
-	1:15	-	3°49'5,9"	3,818305°	-
1:20	-	-	2°51'51,1"	2,864192°	Cono metrici.
-	1:30	-	1°54'34,9"	1,909682°	Coni fissaggio utensili.
1:50	-	-	1°8'45,2"	1,145877°	Spine con. attac.calibri.
1:100	-	-	34'22,6"	0,572953°	-
1:200	-	-	17'11,3"	0,286478°	-
1:500	-	-	6'52,5"	0,114591°	-
					Applicaz. particolari
18°30'	1:3,070115	-	-		Coni spole ind. tessile.
11°54'	1:4,797451	-	-		" " " "
8°40'	1:6,598442	-	-		" " " "
7°	1:8,174928	-	-		" " " "
7:24	1:3,428571	16°35'39,4"	16,594290°		Mandrini e attacchi uten.
1:9	-	6°21'34,8"	6,359660°		Morsetti per batterie.
1:12,262	-	4°40'11,6"	4,669884°		Cono Jacobs 2
1:12,972	-	4°24'53,1"	4,414746°		" " 1
1:15,748	-	3°38'13,4"	3,637060°		" " 33
1:16,666	-	3°26'12,2"	3,436716°		Raccordi con.uso medico.
1:18,779	-	3° 3' 1,0"	3,050280°		Cono Jacobs 3
1:19,002	-	3° 0'52,4"	3,014543°		Cono Morse 5
1:19,180	-	2°59'11,7"	2,986582°		" " 6
1:19,212	-	2°58'53,8"	2,981618°		" " 0
1:19,254	-	2°58'30,6"	2,975179°		" " 4
1:19,264	-	2°58'24,8"	2,973556°		" Jacobs 6
1:19,922	-	2°52'31,5"	2,875406°		" Morse 3
1:20,020	-	2°51'41,0"	2,861377°		" " 2
1:20,047	-	2°51'26,7"	2,857417°		" " 1
1:20,288	-	2°49'24,7"	2,823537°		" Jacobs 0
1:23,904	-	2°23'47,4"	2,396524°		Coni Brown e Sharpe 1,2,3
1:40	-	1°25'55,8"	1,432222°		App. anest., coni spole.

Prismi - Angoli, prismaticità, inclinazione





Prismaticità:

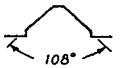
$$Cp = \frac{T-t}{L} = 2\,tg\,\frac{\beta}{2} = 1 : \frac{1}{2}\,ctg\,\frac{\beta}{2}$$

Inclinazione:

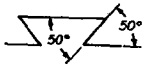
$$S = \frac{H-h}{L} = tg\,\beta \quad ; \quad \% = 100\,S$$

Angoli dei prismi consigliati per applicaz. meccan. - Rif. UNI 7581

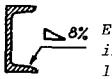
β	Cp	S	%	Applicazioni tipiche
120°	1:0,288675	-	-	-
108°	1:0,363271	-	-	Guide a V
90°	1:0,500000	-	-	-
75° *	1:0,651613	1:0,267949	373,2	-
60°	1:0,866025	1:0,577350	173,2	-
50°	1:1,072253	1:0,839100	119,18	Coda di rondine
45°	1:1,207107	1:1,000000	100	-
40° *	1:1,373739	1:1,191754	83,9	-
30°	1:1,866025	1:1,732051	57,74	-
25°	-	1:2,144507	46,63	Ang. press.dent.con.spir.
22°30'	-	1:2,414214	41,42	Ang. press.dent.con.spir.
20°	1:2,835641	1:2,747477	36,4	Angolo press. dentature.
16°	-	1:3,487414	28,67	Ang. press.dent.con.spir.
15°	1:3,797877	1:3,732051	26,79	Angolo press. dentature.
14°30'	-	1:3,866713	25,86	Ang. press.dent.con.spir.
10° *	1:5,715026	1:5,671282	17,63	Tiranti di sagome.
8° *	1:7,150333	1:7,115370	14,05	-
7°58'11"	-	1:7,142857	14	Prof. IPN lamin. a caldo.
7° *	1:8,174928	1:8,144346	12,28	-
6° *	1:9,540568	1:9,514364	10,51	-
5°42'38,1"	-	1:7,142857	10	Corni d'incudine.
5°	1:11,451883	1:11,430052	8,75	-
4°34'26"	-	1:12,500000	8	Prof. UPN lamin. a caldo.
4° *	1:14,318127	1:14,300666	7	-
3° *	1:19,094230	1:19,081137	5,24	-
2°51'44,7"	-	1:20,000000	5	-
2°	1:28,644981	1:28,636253	3,49	-
1°8'44,7"	-	1:50,000000	2	Prof. a T lamin. a caldo.
1° *	1:57,294325	1:57,289962	1,75	Sformat. modelli fusioni.
34'22,6"	-	1:100,000000	1	Chiavette.
30' *	1:114,590832	1:114,588651	0,87	-
17'11,3"	-	1:200,000000	0,5	-
6'52,5"	-	1:500,000000	0,2	-



Profilo guida a V



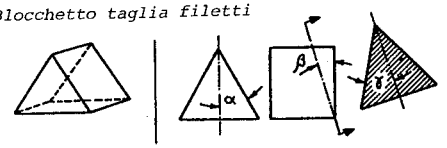
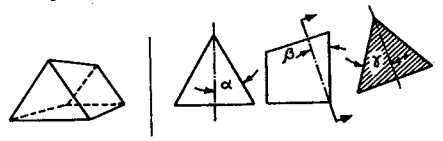
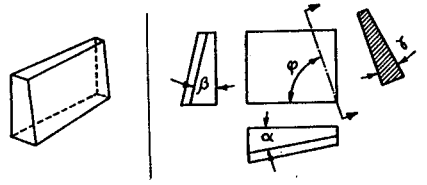
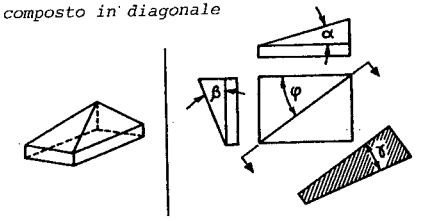
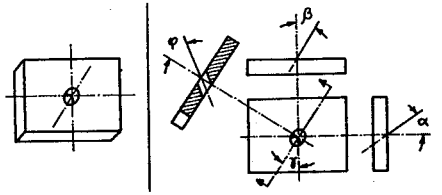
Coda di rondine



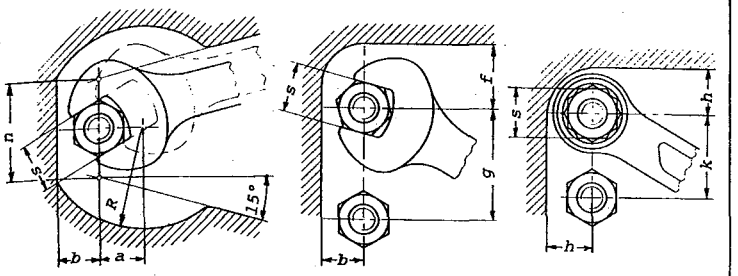
Esempio designazione inclinazione % profilato UPN.

*Valori con asterisco, non preferenziali.

Angoli composti

	Formule
Blocchetto taglia filetti 	$tg\,\gamma = tg\,\alpha \cdot \cos\beta$ esempio: $\alpha = 27°30'$, $\beta = 12°$ $tg\,\gamma = 0{,}52057 \cdot 0{,}97815 =$ $= 0{,}50919 = 26°59'6''$
Blocchetto taglia filetti con angolo di spoglia 	$tg\,\gamma = tg\,\alpha : \cos\beta$ esempio: $\alpha = 27°30'$, $\beta = 12°$ $tg\,\gamma = 0{,}52057 : 0{,}97815 =$ $= 0{,}53220 = 28°1'19''$
Piastrina di lavorazione o zeppa a cuneo a pendenza composta 	$tg\,\varphi = tg\,\beta : tg\,\alpha$ $tg\,\gamma = tg\,\alpha : \cos\varphi$ esempio: $\alpha = 15°$, $\beta = 13°$ $tg\,\varphi = 0{,}23087 : 0{,}26795 =$ $= 0{,}86162 = 40°44'45''$ $tg\,\gamma = 0{,}26795 : 0{,}75758 =$ $= 0{,}35369 = 19°28'42''$.
Blocco con piano ad angolo composto in diagonale 	$tg\,\varphi = ctg\,\beta : ctg\,\alpha$ $ctg\,\gamma =$ $= \sqrt{ctg^2\,\alpha + ctg^2\,\beta}$ esempio: $\alpha = 24°$, $\beta = 33°$ $tg\,\varphi = 1{,}53986 : 2{,}24604 =$ $= 0{,}68559 = 34°26'3''$ $ctg\,\gamma =$ $= \sqrt{2{,}37117 + 5{,}04469} =$ $= 2{,}72321 = 20°9'50''$
Foro ad angolazione composta rispetto ad assi ortogonali 	$tg\,\varphi =$ $= \sqrt{tg^2\,\beta + tg^2\,\alpha}$ $tg\,\gamma = tg\,\beta : tg\,\alpha$ esempio: $\beta = 40°$, $\alpha = 35°$ $tg\,\varphi =$ $= \sqrt{0{,}70409 + 0{,}52786} =$ $= 1{,}10993 = 47°58'57''$ $tg\,\gamma = 0{,}83910 : 0{,}70021 =$ $= 119835 = 50°9'21''$

Spazio minimo per la manovra di viti e dadi esagonali



S	Chiavi a forchetta a	b	n	f	g	R	Chiavi poligonali h	k	S	Chiavi a forchetta e polig. a percussione a	b	n	f	g	R	h	k
3,2	3,5	4	9	7	10,5	10,5	6,25	11	27	24	20	50	32	58	46	24,5	47
4	5	5	10,5	7,5	11	11			30	24	20	51	32	60	49	27	52
4,5	5	5	10,5	7,5	11	11	–	–	32	25	23	52	34	64	52	28	54
5	5,5	5,5	12	7,5	12	12			36	30	24	57	37	70	58	31	60
5,5	6	6	13	8,5	13,5	13,5			41	36	26	64	41	80	67	34	66
6	7	6	13,5	9,5	15,5	14,5	6,25	11	46	38	29	72	46	89	73	38,5	75
7	8	7	15,5	10	16,5	15,5	7	12,5	50	40	31	78	51	98	80	41	80
8	9	7	16,5	10,5	18,5	17	7,25	14	55	44	34	86	55	106	87	45	88
9	9	8	18	11,5	28	18,5	8,5	15,5	60	48	37	90	60	116	94	48	94
10	9	8,5	20	13	22,5	20,5	9,25	17	65	52	40	103	64	124	102	53	104
11	9	9	21	14,5	24,5	22,5	10	18,5	70	55	42	104	70	134	108	56	110
12	10,5	9,5	21,5	15,5	26,5	24	10,75	20	75	59	45	119	74	143	116	58,5	115
13	11	10	23	16	28,5	25,5	11,5	21,5	80	63	47	122	78	152	122	64	126
14	12,5	11,5	25	16,5	30	27	12,25	22,75	85	68	50	125	82	162	130	66	130
15	13,5	11,5	27	17,5	32	28,5	13	24	90	74	53	138	90	176	144	77	152
16	14	12	29	18	33,5	30	13,75	25,5	95	76	57	138	90	180	146	77	152
17	15	12,5	31	19	35,5	32	14,25	27	100	80	64	155	100	195	158	78,5	155
18	15,5	13	31,5	20,5	37,5	34	15	28,5	105	83	64	155	100	197	160	87	172
19	16	14	32	21,5	40	35,5	15,75	30	110	90	65	155	104	206	168	87	172
21	17,5	15,5	34,5	23	43	38,5	17	33	115	93	72	168	114	221	180	87	172
22	18	16	36	23,5	45	40,5	18,25	35	120	93	72	168	114	225	180	98	194
24	19	17,5	38,5	25	48	43	19,75	38	130	105	77	184	123	244	197	103,5	205
27	21	19	43	28	55	48,5	21,75	42	135	110	80	188	127	254	205	103,5	205
30	23	20,5	48	30	60	53	23,75	46	140	–	–	–	–	–	–	116	230
32	24	22	51	31,5	62,5	55,5	25,25	49	145	120	86	212	132	269	218	–	–
34	25	22,5	52,5	34,5	68	59,5	27	52	150	123	90	216	142	284	230	116	230
36	26,5	23,5	54	37	73	63,5	28,25	55	155	127	92	216	142	284	232	116	230
41	30	26	62	41,5	82,5	71	32,25	63	165	135	98	230	150	305	246	136	276
46	35	28,5	67	45	90	77,5	36,25	71	170	140	103	244	160	316	260	136	276
50	40	31	74	47	96,5	83	39,25	77	175	143	104	244	160	323	262	136	270
55	45	32,5	77	49	102,5	88,5	45	88	180	146	106	248	164	332	267	136	270
60	50	35,5	82	51,5	109,5	94,5	48	93	190	152	112	264	175	350	282	148,5	295
65	57	39	88	57,5	121	104	50	95	200	160	117	276	182	368	296	148,5	295
70	60	44	94	64	134	115	60	110	210	170	124	280	190	388	312	163,5	235
75	65	46	108	69	144	124	62,5	115	220	178	128	306	200	405	328	–	–
80	–	–	–	–	–	–	68	122	230	182	132	310	210	410	335	–	–

Tolleranze su S conformi alla UNI 5951. Riferimento UNI 6761

segue

Spazio minimo per la manovra di viti e dadi esagonali

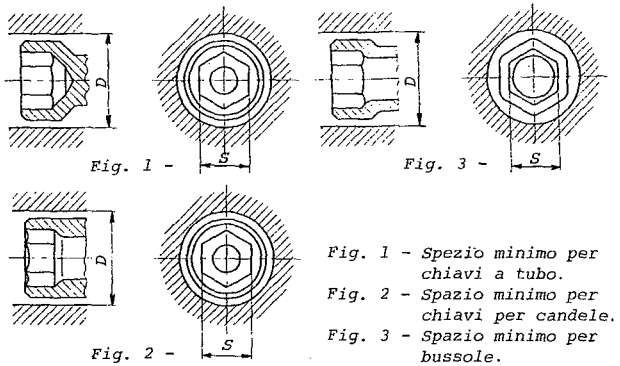
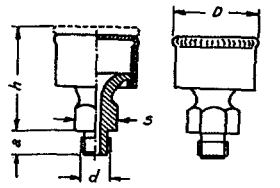


Fig. 1 - Spezio minimo per chiavi a tubo.
Fig. 2 - Spazio minimo per chiavi per candele.
Fig. 3 - Spazio minimo per bussole.

A tubo-per cand.			Chiavi a bussola a macchina								Chiavi a bussola a mano					
Apert. di chiave S(1)	a tubo D min	can-dele D min	Apert. di chiave S(1)	Quadro di trascinamento(2) 6,3 D min	10 D mn	12,5 D min	16 D min	20 D min	25 D min	40 D mn	Apert. di chiave S(1)	Quadro di trascinam. (2) 6,3 D min	10 D min	12,5 D min	20 D min	25 d min
6	11,5		3,2								3,2					
7	13		4								4					
8	14,5		5								5	13,8				
9	16,5		5,5	15,5							5,5					
10	18		6								6					
11	19		7								7					
12	20,5	19,5	8								8	14				
13	22	-	9								9	16				
14	23	21,5	10	17,5	22						10	17	22			
15	-	-	11	18		30					11	18				
16	26	24	12	19,5							12	19		26		
17	27,5	-	13	20,5							13	21				
17,5	-	26	14								14	22				
18	29	-	15								15					
19	30	27,5	16		30						16		26			
20,8	-	29,5	17								17			27		
21	32	-	18				37				18		27			
22	33,5	-	19			39					19		28	29		
22,2	-	31	21					50			21		30,5			
24	36	-	22								22		32	32,5		
25,5	-	35	24				39,5				24			35	42	
27	41		27			42	45	51			27			39		
30	44,5		30				48				30			43,5	46,5	
32	47,5		32				50,5		61		32			46	49	
34	50		34				53	61			34				51,5	
36	53		36				55,5				36				54	
41	60		41					64	67	89	41				60	
Rif. UNI 6761			46					70,5	73,5		46				66,5	69,5
1)Toll.UNI 5951			50						78,5		50				71,5	74,5
2)Conforme alla			55						85	91	55				77,5	80,5
UNI ISO 1174.			60						91	97	60					87

Ingrassatori - (Riferimento UNI 7661-62-63)

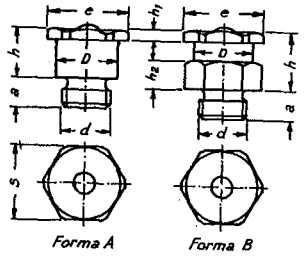
con coperchio a vite



Nº	0	1	2	3	4	5	6	7	8
cm³	1,6	2,5	4	10	25	40	63	100	160
d *	G 1/8	G 1/8	G 1/4	G 1/4	G 1/4	G 1/4	G 1/4	G 3/8	G 3/8
D	18	23	25	34	45	54	65	74	85
h	31	31	35	41	47	53	61	69	77
a	7,5	8	8	10	10	10	10	12	12
s	10	12	14	17	17	17	17	22	22

*Gli ingrass.Nº 0÷4 possono avere a richiesta la filett. a profilo triangolare. Es. des.: Ingrassatore UNI 7661-4G1/4. (aggiungere il materiale e il rivestimento).

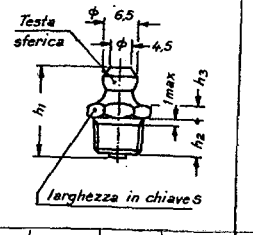
a testa esagonale



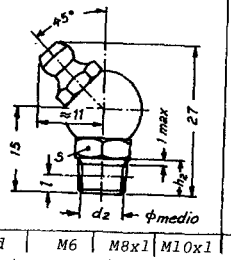
Forma	Filet.ISO M	G*	a	D	h	h	h	e	s
A	8x1 10x1	G1/8	6	12,5	7	2,5	-	16,5	15
B	8x1 10x1	G1/8 G1/4	6	12,5	12	2,5	6	16,5	15

* Filettatura G a richiesta. Esempio di designazione ingrassatore di forma A, radice M 10x1: Ingrassatore A/M 10x1 UNI 7662. (aggiungere materiale e rivestim.)

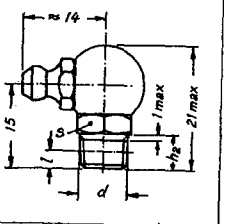
tipo idraulico:Forma A



Forma B



Forma C



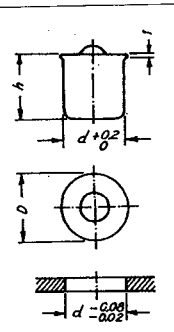
Filettatura metrica ISO conica

d	M6	M8x1	M10x1	d	M6	M8x1	M10x1	d	M6	M8x1	M10x1
d_2	5,350	7,350	9,350	d_2	5,350	7,350	9,350	d_2	5,350	7,350	9,350
h_1	16	18	18	h_1	-	-	-	h_1	-	-	-
h_2	5,5	7	7	h_2	5,5	7	7	h_2	5,5	7	7
h_3	2	3	3	h_3	-	-	-	h_3	-	-	-
l	2÷3,3	3÷5	3÷5	l	2÷3,3	3÷5	3÷5	l	2÷3,3	3÷5	3÷5
s	7	9	11	s	11	11	11	s	11	11	11

Materiale: acciaio classe 5.8 indurito, spess. strato 0,15 HR 15N ≥ 80, rivestimento protettivo zincato. Sono montati su fori lisci. Se il materiale ha R ≥ 500 N/mm² si può filettare cilindrico a tenuta stagna sul filetto. Previo accordo col fornitore, si può variare il materiale, il rivestimento, la filettatura della radice, la forma del corpo dell'ingrassatore. Tali variazioni devono essere aggiunte alla designazione. Esempio designazione ingrassatore di forma C, filettatura 10x1: Ingrassatore UNI 7663-CM10x1-5.8.

Oliatori - (Riferimento UNI 2663-64-65-66-69-71)

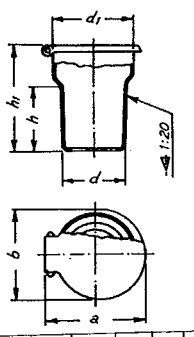
con chiusura a sfera



d	D	h
7	8	8
8	9	9
10	11	11
12,5	13,5	13

Esempio designazione: Oliatore UNI 2663-7-*
Costruiti, di regola, di lamiera di acciaio stampato.

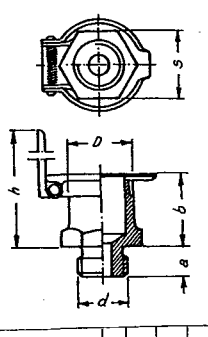
ad imbuto



d	a	b	d_1	h	h_1
7	14	12	10	6	14
8	15	13	11	8	16
10	18	15	13	10	18
12,5	21	18	16	13	21

Esempio designazione: Oliatore UNI 2664-7-*

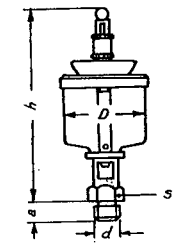
con coperchio girevole



Designaz.	Dxd	a	b	h	s
9	M6	6	9	20	10
10	M10x1,25	6	10	23	11
13	M10x1,25	7	14	30	14

Oliatore UNI2665-9x6-*
mont. forz. (radice liscia) dk6, foro d $^{-0,08}_{-0,02}$

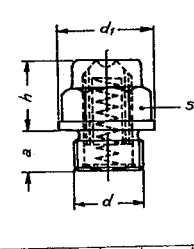
a goccia visibile (1)



Ds. N°	Cap. cm³	d	D	a	h	s
3	10	1/4	30	10	112	17
4	25	1/4	38	10	125	17
6	63	1/4	50	10	150	17
7	100	3/8	60	12	160	22
8	160	3/8	68	12	170	22
9	250	1/2	75	16	180	27
10	400	1/2	90	16	190	27
11	500	1/2	95	16	200	27

Ds. oliatore UNI2666-3-* (1) con deflusso regol.

a molla

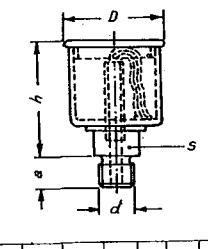


Des.	d G	d_1	a	h	s
3/8	3/8	24	9,5	16,5	19
3/4	3/4	34	15	30	27

Esempio designazione: Oliatore UNI2669-3/8-*

*Completare la design. indicando mater. ed eventuale rivestim. protettivo della superficie esterna.

a stoppino, cilindrici



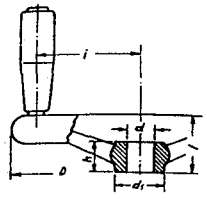
Ds. N°	Cap. cm³	d G	D	a	h	s
1	2,5	1/8	23	8	29	14
2	4,0	1/8	28	8	29	14
3	10	1/4	35	10	40	17
4	25	1/4	41	10	47	17
5	40	1/4	49	10	54	17
6	63	1/4	54	10	62	17
7	100	3/8	65	12	67	22
8	160	3/8	73	12	78	22

Esempio designazione: Oliatore UNI 2671-1-*

Volantini - (Riferimento UNI 6962-63-64)

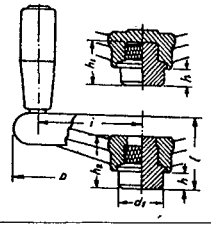
A razze, metallici

Forma A (senza impugn.)
Forma B (con impugnat.)
Cor. grezza. Foro mozzo, tipi: 1(a), 2(b), 3(c)
Cor. lavor. Foro mozzo, tipi: 4(a), 5(b), 6(c)



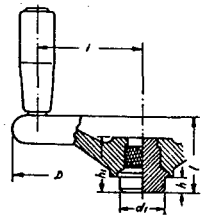
A razze, mater. plastico

Forma A (senza impugn.)
Forma B (con impugnat.)
Mozzo senza foro: 1 per foro cieco, 2 per foro passante. Foro mozzo, tipi: 3(a), 4(b), 5(c)



A disco, mater. plastico

Forma A (senza impugn.)
Forma B (con impugnat.)
Mozzo: tipo 1 (senza foro per foro passante)
Foro del mozzo: tipi: 2(a), 3(b), 4(c)



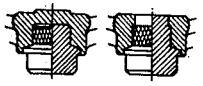
D	i	UNI 6962 d	s	d_1	h	l	imp.*	UNI 6963 d	s	d_1	h	h_1	h_2	l	imp.*	UNI 6964 d	s	d_1	h	h_1	l	imp.*
80	27	10 12	9 -	24	16	29	18x40	- -	- -	-	-	-	-	-	-	- 10	-	20	10	28	31	18x40
100	36	10 12	10 -	26	17	33	21x50	10 12	- 10	24	12	31	36	40	21x50	10 12	- 10	24	12	36	40	21x50
125	47	12 14	11 -	28	18	36		10 12	- 10	24				45		12 14	- 10	32	38		44	
140	50	14 16	12 -	30	19	39	23x65	12 14	10 12	32	15	32	38	48	23x65	12 14	10 12				47	23x65
160	59	14 16	14 -	32	20	40		14 16	10 12	32				50		14 16	10 12				51	
180	68	16 18	14 -	32	22	43	26x80	16 18	12 14	40		35	43	56	28x90	16 18	12 14	40	15	43	55	26x80
200	76	18 22	17 -	38	24	45	28x90	18 22	12 14	40						18 22	12 14				59	28x90
220	84	- -	- -	-	-	-		- -	- -	-	-	-	-	-	-	18 22	14 17	49		44	61	
250	98	22 26	19 22	45	28	50		22 26	14 17	49	15	37	44	61		22 26	14 17				65	
315	128	26 30	24 27	53	33	56		26 30	17 19	58	18	45	56	80	28x90	26 30	17 19	58	18	56	76	
400	168	30 34	27 32	65	38	63	28x90	30 34	19 22	70	26	64	77	110								
500	215	34 40	32 36	78	45	72																
630	-	40 50	41 46	95	56	88	-															
800	-	50 -	50 55	116	68	105																

Mat. ghisa UNI 5007, lega AlSiCuMn UNI 3048 ovvero altri materiali equivalenti.

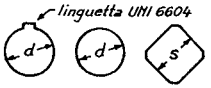
Mater.: F 325 UNI 4303 (per temper. ≤ a 100°C) nero o altri colori o altri mater. equivalenti
Mozzo: acc. per lavoraz. alta veloc. UNI 4838

Esempi di designazione:
Volantino UNI 6962-B4-250x22-620 UNI 5007.
Volantino UNI 6963-A1-200-F 352 UNI 4303.

Mozzo senza foro tipo:



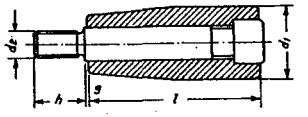
Foro del mozzo tipo:



(a) (b) (c)

* impugnatura UNI 6965
•usare solo per eccez. Fori: cieco, passante

segue: Volantini - Impugnature girevoli

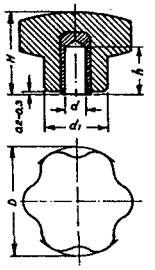


Designaz. d_1xl	d_2	h	g
18x40	M6	13	0,2
21x50	M8	15	
23x65	M10	17	
26x80	M10	18	
28x90	M10	18	

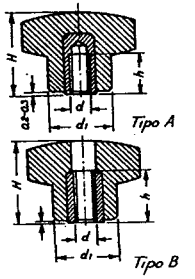
Materiale: impugn. F610 UNI 4303, nero o altri colori o altri materiali equivalenti. Perno acc. lav. alte veloc. UNI 4838. Esempio designazione: Impugnatura UNI 6965-23x65 - F610 nero acc. UNI 4838.

Volantini a lobi di materiale plastico

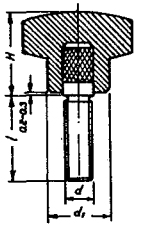
con boccola metallica, foro liscio, incorpor. UNI 6959



con boccola metallica, foro filett., incorpor. UNI 6960



con prigioniero metallico incorporato UNI 6961

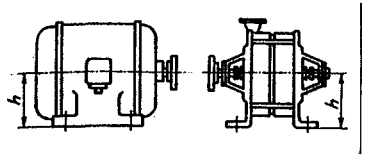


Quote comuni			UNI 6959		UNI 6960				UNI 6961
				h	d		h		d
D	d_1	H	d	min	tipo A	tipo B	tipo A	tipo B	
25	16	20	4 - -	10	M4 -	M4	8 -	15 -	M5-M6
28•	17	21	5 - -	12	M5 -	M5	10 -	15 -	M5-M6
32	18	24	5-6 -	12	M6 -	M6	12 -	15 -	M6-M8
36•	19	25	6-8 -	14	M6 -	M6	12 -	15 -	M6-M8
40	21	26	6-8 -	16	M8 -	M8-M10	12 -	18-22	M6-M8
45•	22	28	6-8 -	16	M8-M10	M8-M10	12-15	18-22	M8-M10
50	25	32	6-8-10	18	M8-M10	M10-M12	12-15	22-22	M8-M10
56•	26	34	8-10 -	18	M8-M10	M10-M12	12-15	22-22	M8-M10
63	28	36	8-10 -	18	M10-M12	M12-M14	15-18	26-26	M10-M12
70•	30	45	8-10-12	22	M10-M12	M12-M14	15-18	26-26	M10-M12
80	34	50	8-10-12	25	M12-M16	M14-M16	18-24	26-26	M12-M14
90•	36	56	10-12 -	25	M12-M16	M14-M16	18-24	26-26	M12-M14
100	38	60	10-12 -	25	M16 -	M16 -	24 -	35 -	M16
125	40	63	10-14 -	28	M16 -	M16 -	24 -	35 -	M16

UNI 6961, Serie 1 = 10-16(M5),10-16-20(M6),16-20-25-30-35 -40 -45- (M8),16-20-25-30-40-50(M10),25-30 40-50 (M12- M14- M16).

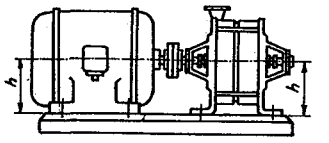
Esempio des.: Volantino UNI 6960-B50M10-F610 UNI 4303,acc.UNI 4838 Materiale corpo: F610 UNI 4303 nero (altri mater. o colori possono essere richiesti), boccola o prigioniero: P-CuZn40Pb2 UNI 5705 o acciaio UNI 4838.
• usare solo per eccezione.

Altezze d'asse per macchine motrici e condotte



Per altezza d'asse s'intende la distanza dal piano d'appoggio della macchina all'asse principale della macchina stessa. Essa non comprende gli errori di aggiustaggio, ma comprende, se esistono, gli spessori di isolamento forniti con la macchina. I valori di h devono essere scelti di preferenza fra quelli della serie 1, ma se questi non risultano sufficienti, essere scelti nella serie 2 e quindi successivamente nella serie 3 e nella serie 4. Per altezze d'asse maggiori di 1600 devono essere adottati i valori indicati nel prospetto moltiplicati per 10. (Rif. UNI 2946).

h	Serie 1	2	3	4	h	Serie 1	2	3	4	h	Serie 1	2	3	4	h	Serie 1	2	3	4
25	•	•	•	•	75				•	225			•	•	670				•
26				•	80		•	•	•	236				•	710			•	•
28			•	•	85				•	250	•	•	•	•	750				•
30				•	90			•	•	265				•	800		•	•	•
32		•	•	•	95				•	280			•	•	850				•
34				•	100	•	•	•	•	300				•	900			•	•
36			•	•	106				•	315		•	•	•	950				•
38				•	112			•	•	335				•	1000	•	•	•	•
40	•	•	•	•	118				•	355			•	•	1060				•
42				•	125		•	•	•	375				•	1120			•	•
45			•	•	132				•	400	•	•	•	•	1180				•
48				•	140			•	•	425				•	1250		•	•	•
50		•	•	•	150				•	450			•	•	1320				•
53				•	160	•	•	•	•	475				•	1400			•	•
56			•	•	170				•	500		•	•	•	1500				•
60				•	180			•	•	530				•	1600	•	•	•	•
63	•	•	•	•	190				•	560			•	•					
67				•	200		•	•	•	600				•					
71			•	•	212				•	630	•	•	•	•					



- Tolleranze -
Le tolleranze su h e di parallelismo si riferiscono alle macchine per accoppiamento diretto sulla stessa base di fondazione e devono essere rispettate in ogni punto dell'albero. Quando non sono ammessi spessori si possono adottare tolleranze più strette.

Tolleranze dimensionali su h	da 25 a 50	> 50 a 250	> 250 a 630	> 630 a 1000	> 1000 a 1600
Macch. elettr. macch. cond., riduttori di veloc., dispos. di comando alberi di propulsione navi.	0 -0,4	0 -0,5	0 -1,0	0 -1,5	0 -2,0
Le altre macchine motrici	+0,4 0	+0,5 0	+1,0 0	+1,5 0	+2,0 0
Toll. o errore max di parall.*riferito a due punti misur. a dist. l	l<2,5h	2,5h≤l≤4h	l>4h		
	0,2	0,25	0,5	0,75	1,0
	0,3	0,4	0,75	1,0	1,5
	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0

* La toller. di parallelismo é la differenza tra le altezze d'asse misurate nei due punti estremi dell'albero distanti l. L'impiego delle toll. é consigliato per le macchine non destinate ad accoppiamento diretto. Le differenze di altezza, dovute alle toll. devono essere compensate nella messa in opera mediante spessori.

Comparazione di norme ANSI e pratica industr. sui disegni americani

Tratteggi dei materiali nelle sezioni (ANSI Y 14.2 - 1973)

- Uso gener. tutti i mat. fusioni e ferro mall.
- Acciaio
- Bronzo, ottone, rame e loro leghe.
- Metallo bianco, zinco, piombo, antifrizione e loro leghe.
- Magnesio, alluminio e loro leghe.
- Gomma, plastiche e isolamenti elettrici
- Sughero, feltro, tessuti, cuoio, fibre.
- Isolamenti acustici
- Isolamenti termici.
- Titanio e materiali refrattari.
- Avvolg. elettr. elettromagn. resist. ecc.
- Calcestruzzo
- Marmo, ardesia, vetro, porcellana, ecc.
- Terra
- Pietra
- Sabbia
- Acqua ed altri liquidi.
- Legno di testa legno lungo le fibre.

Rugosità media delle superfici - Serie preferita - (ANSI B 46.1-1978)

µm	µin	µm	µin	µm	µin	µm	µin
0,012	0,5	0,25	10	1,60	63*	10,0	400
0,025*	1*	0,32	13	2,00	80	12,5	500*
0,050*	2*	0,40*	16*	2,5	100	15	600
0,075*	3	0,50	20	3,2*	125*	20	800
0,10 *	4*	0,63	25	4,0	160	25 *	1000*
0,125	5	0,80*	32*	5,0	200	....	.....
0,15	6	1,00	40	6,3	250*		
0,20 *	8*	1,25	50	8,0	320	* raccomandati	

Valori di rugosità standard lunghezza campione (filtro d'onda)

mm	in	mm	in	mm	in
0,08	0,003	0,80(1)	0,030(1)	8,0	0,3
0,25	0,010	2,5	0,1	25,0	1,0

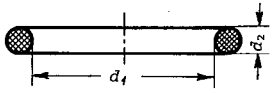
(1) da usare se non diversam. specificato

Massima altezza ondulazione (2) - Serie preferita -

mm	in	mm	in	mm	in
0,0005	0,00002	0,008	0,0003	0,12	0,005
0,0008	0,00003	0,012	0,0005	0,20	0,008
0,0012	0,00005	0,020	0,0008	0,25	0,010
0,0020	0,00008	0,025	0,001	0,38	0,015
0,0025	0,0001	0,05	0,002	0,50	0,020
0,005	0,0002	0,08	0,003	0,80	0,030

(2) Non ancora considerata da ISO, é invece inclusa in ANSI B461-1978

Guarnizioni toroidali per organi meccanici



Codice Dim.	d_2 1,8 / d_1	± 0,08 / ±	Codice Dim.	d_2 2,65 / d_1	± 0,09 / ±	Codice Dim.	d_2 3,55 / d_1	± 0,10 / ±	Codice Dim.	d_2 5,30 / d_1	± 0,13 / ±	Codice Dim.	d_2 7,00 / d_1	± 0,15 / ±
A0018	1,80	0,13	B0140	14,0	0,19	C0180	*18,0	0,21	D0400	40	0,38	E2120	*212	1,63
A0020	2,00	0,13	B0150	*15,0	0,20	C0200	20,0	0,22	D0450	*45	0,42	E2240	224	1,71
A0022	2,24	0,13	B0160	16,0	0,20	C0224	*22,4	0,24	D0500	50	0,46	E2360	*236	1,79
A0025	2,50	0,13	B0170	*17,0	0,21	C0250	25,0	0,25	D0560	*56	0,51	E2500	250	1,88
A0028	2,80	0,14	B0180	18,0	0,21	C0280	*28,0	0,28	D0630	63	0,56	E2650	*265	1,98
A0031	3,15	0,14	B0190	*19,0	0,22	C0315	31,5	0,31	D0710	*71	0,63	E2800	280	2,08
A0035	3,55	0,14	B0200	20,0	0,22	C0335	*33,5	0,32	D0800	80	0,69	E3000	*300	2,21
A0037	*3,75	0,14	B0212	*21,2	0,23	C0355	35,5	0,34	D0850	*85	0,73	E3150	315	2,30
A0040	4,00	0,14	B0224	22,4	0,24	C0375	*37,5	0,36	D0900	90	0,77	E3350	*335	2,43
A0045	4,50	0,14	B0236	*23,6	0,24	C0400	40,0	0,38	D0950	*95	0,81	E3550	355	2,56
A0048	*4,87	0,15	B0250	25,0	0,25	C0425	*42,5	0,40	D1000	100	0,84	E3750	*375	2,68
A0050	5,00	0,15	B0265	*26,5	0,26	C0450	45,0	0,42	D1060	*106	0,89	E4000	400	2,84
A0053	*5,30	0,15	B0280	28,0	0,28	C0475	*47,5	0,44	D1120	112	0,93	E4250	*425	2,99
A0056	5,60	0,15	B0300	*30,0	0,29	C0500	50,0	0,46	D1180	*118	0,97	E4500	450	3,15
A0060	*6,00	0,15	B0315	31,5	0,31	C0530	*53,0	0,48	D1250	125	1,03	E4750	*475	3,30
A0063	6,30	0,15	B0335	*33,5	0,34	C0560	56,0	0,51	D1320	*132	1,08	E5000	500	3,43
A0067	*6,70	0,16				C0600	*60,0	0,54	D1400	140	1,13			
A0071	7,10	0,16				C0630	63,0	0,56	D1500	*150	1,20			
A0075	*7,50	0,16				C0670	*67,0	0,59	D1600	160	1,27			
A0080	8,00	0,16				C0710	71,0	0,63	D1700	*170	1,34			
A0085	*8,50	0,16				C0750	*75,0	0,66	D1800	180	1,41			
A0090	9,00	0,17				C0800	80,0	0,69	D1900	*190	1,48			
A0095	*9,50	0,17				C0900	*90,0	0,77	D2000	200	1,55			
A0100	10,0	0,17				C1000	100	0,84	D2240	*224	1,71			
A0106	*10,6	0,18				C1120	*112	0,93	D2500	250	1,88			
A0112	11,2	0,18				C1250	125	1,03	D2800	*280	2,08			
A0118	*11,8	1,19				C1400	140	1,13	D3150	315	2,30			
A0125	12,5	0,19				C1600	160	1,27	D3550	*355	2,56			
A0132	*13,2	0,19				C1800	*180	1,41	D4000	400	2,84			
A0140	*14,0	0,19				C2000	200	1,55						
A0160	16,0	0,20												

* usare solo per eccezione.
Materiale: Acrilico nitrile butadiene = FPM, ovvero fluorurato = = FPM, idoneo alla tenuta di acidi solventi e oli lubrificanti.
Altri materiali se concordati.
Caratteristiche per specifici impieghi devono essere concordati fra le parti.

- Tenuta statica -
Tutte le guarnizioni in tabella possono essere impiegate.

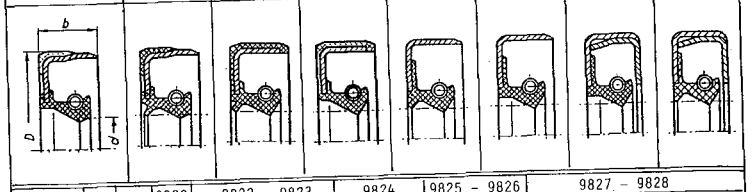
- Tenuta dinamica alla rotazione-
Se il movimento é una lenta rotazione continua oscillante e la pressione sia bassa, sono idonee tutte le guarnizioni.

- Tenuta dinamica assiale -
Non consigliate se la velocità supera 0,3 m/s.

Esempio di designazione di una guarnizione toroidale per organi meccanici avente d_2 = 2,65 e d_1 = = 15; materiale fluorurato:
Guarnizione UNI 9211-B0150-FPM

Anelli di tenuta per albero rotanti

Armat. parzial. rivest.		Armatura rivestita		Armatura metallica		Arm. met. scatolata	
—	parapolv.	parapolv.	—	parapolv.	—	—	parapolv.
UNI 9822	UNI 9823	UNI 9824	UNI 10164	UNI 9825	UNI 9826	UNI 9827	UNI 9828



UNI 9822÷9826		9822	9823 9824	9822 9823 9824 9825 9826 10164				9824 10164		9825 - 9826			9827 - 9828					
								D		D		b			D			b
d	D	b nom	b nom	s.l. su b	sc.lim. metal	suD rives	tol. cir.	scost lim.	tol. cir.	tol. cir.	nm	sc. lim	d	nom	scos. lim.	tol. cir.	nm	sc. lim
6	16												–					
6	22												–					
7	22												–					
8	22												–					
8	24												–					
9	22												–					
10	22												–					
*10	25												–					
12	24												–					
*12	25												–					
12	30												–					
*15	26				+0,20 +0,08	+0,30 +0,15	0,25	+0,30 +0,15	0,25	0,18			–					
*15	30												15	35				
15	35												–					
16	30	7	7								7		18	30				
18	30												18	35				
18	35			± 0,3								± 0,3	–					
*20	35												20	40				
*20	40												–		+0,20 +0,08	0,18	7	± 0,3
22	35												–					
22	40												22	47				
22	47												–					
25	40												25	47				
25	47												–					
25	52				+0,23 +0,09	+0,35 +0,20	0,35	+0,20 +0,35	0,35	0,25			–					
28	40				+0,20 +0,08	+0,30 +0,15	0,25	+0,30 +0,15	0,25	0,18			–					
28	47												28	47				
28	52				+0,23 +0,09	+0,35 +0,20	0,35	+0,20 +0,35	0,35	0,25			28	52				
30	42				+0,20 +0,08	+0,30 +0,15	0,25	+0,30 +0,15	0,25	0,18			–					
30	47												–					
30	52				+0,23 +0,09	+0,35 +0,20	0,35	+0,20 +0,35	0,35	0,25			30	52	+0,23 +0,09	+0,25	8	
32	45	8	8		+0,20 +0,08	+0,30 +0,15	0,25	+0,30 +0,15	0,35	0,18	8		–					
32	47												–					
32	52				+0,23 +0,09	+0,35 +0,20	0,35	+0,20 +0,35	0,35	0,25			32	52				

segue

segue: Anelli di tenuta per alberi rotanti

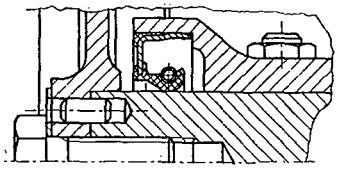
UNI 9822÷9826		9822	9823 9824	9822 9823 9824 9825 9826 10164				9824 10164		9825 - 9826			9827 - 9828					
								D		D		b			D			b
d	D	b nom	b nom	s.l. su b	sc.lim. metal	suD rives	tol. cir.	scost lim.	tol. cir.	tol. cir.	nm	sc. lim	d	nom	scos. lim.	tol. cir.	nm	sc. lim
35	50				+0,20 +0,09	+0,30 +0,15	0,25	+0,15 +0,30	0,25	0,18			–					
35	52												35	52				
35	55												35	55				
38	55												–					
38	58												38	58				
38	62												38	62				
40	55												–					
40	62												40	62				
42	55	8			+0,23 +0,09	+0,35 +0,20	0,35	+0,35 +0,20	0,35	0,25			–		+0,23 +0,09	0,25		
42	62												42	62				
45	62												–					
45	65												45	65				
50	68			±									–					±
50	72		8	0,3							8	0,3	50	72			8	0,3
55	72												55	72				
55	80												55	80				
60	80												60	80				
60	85												–					
65	85												65	85				
65	90												65	90				
70	90												70	90				
*70	95	10											70	95				
75	95												75	95				
75	100				+0,25 +0,10	+0,35 +0,20	0,50	+0,35 +0,20	0,50	0,30			75	100	+0,25 +0,10	0,30		
80	100												80	100				
80	110												80	110				
85	110												–					
85	120												85	120				
90	120												90	120				
95	120	12	12								12		95	120			12	
100	125												–					
110	140												110	140				
120	150			±	+0,20 +0,12	+0,45 +0,25	0,65	+0,45 +0,25	0,65	0,40			120	150	+0,28 +0,12	0,40		±
130	160			0,4								0,4	130	160				0,4
140	170												140	170				
150	180												150	180				
160	190												160	190				
170	200	15	15							0,25 % di D	15		170	200		0,25 % di D	15	
180	210				+0,35 +0,15	+0,45 +0,25	0,80	+0,45 +0,25	0,80				180	210	+0,30 +0,20			
190	220												190	220				
200	230												200	230				
220	250												220	250				

* usare solo per eccezione.
Il codice dimensionale ha sempre 6 numeri (3 per d e 3 per D) Esempi: d6xD16+006016 d15xD35=015035, d120xD220 = 120220
Materiale: Nitrile-butadiene = NBR.
Poliacrilico = ACM. Siliconico = VMQ.
Fluorurato = FPM.

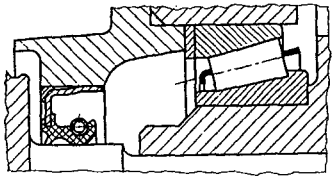
Suffisso relativo al labbro = M.
Con rigatura unidirezionale antioraria=L.
Con rigatura unidirezionale oraria = R.
Con rigatura alterna = L/R.
Esempio designazione anello avente d = 15 D = 35, Poliacrilico, Rigatura alterna:
Anello UNI 9822 - 015035 - ACM - L/R

segue

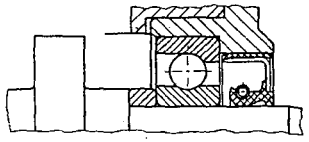
segue: Anelli di tenuta per alberi rotanti - Esempi di applicazione



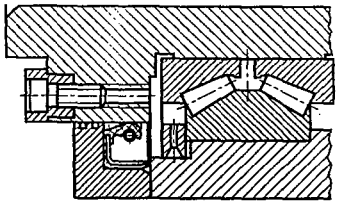
UNI 9822 - su albero di distribuzione



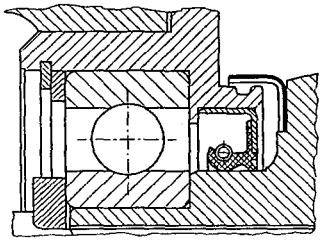
UNI 9823 - su albero differen. sinistro



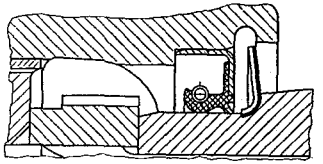
UNI 9824 - su albero pompe iniez. diesel



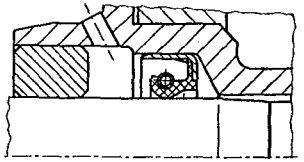
UNI 10164 - su mandr. tornio automatico



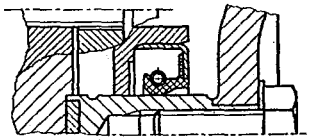
UNI 9825 - su alb. uscita ponte interm.



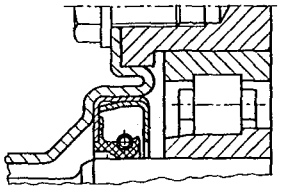
UNI 9825 - su albero uscita cambio



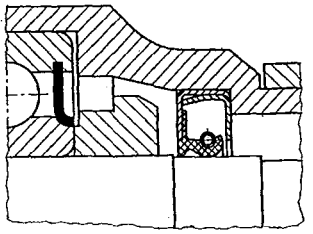
UNI 9826 - su alb. cond. cambio-differ.



UNI 9826 - su albero motore lato volano



UNI 9827 - su alb. primario cambio vel.



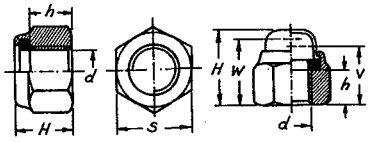
UNI 9828 - per cusc. ruote posteriori

Sezione H

PRODOTTI INDUSTRIALI

Dadi autofrenanti "Elastic Stop"

Urama Simmonds - Viale Marche 15 Milano



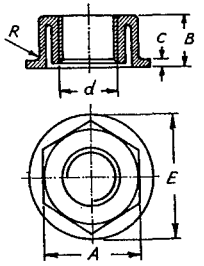
Materiali:
acc. 5S, indice 10, zinc. passiv.
acc. 8G, " 70, zinc. passiv.
acc. inox " 50 -
durallum. " 30 -
ottone " 40 -
anello autobloccante in naylon.

dimensioni			normali		bassi		calot. normale			calotta bassi		
			N		B		NCM			BCM		
d	d passo fine	s	H	h	H	h	H	V	W	H	V	W
M 2,5	-	5	4	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
M 3	-	5,5	4,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
M 3,5	-	7	5,8	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-
M 4	-	7	6	3,2	4,8	2	8,7	6,4	7,2	7,7	5,2	6
M 5	-	8	6,8	4	5,4	2,5	9,5	7,3	7,9	8	5,8	6,4
M 6	-	10	7,8	4,8	6	3	12	8,5	9,7	10,2	6,7	7,9
M 7	-	11	9,1	5,6	7	3,5	13,4	9,3	10,5	-	-	-
M 8	M 8x1	13	10,6	6,4	8,5	4	15,5	11,7	12,7	13,1	9,3	10,3
M 10	M 10x1,25	17	12,3	8	10	5	18,2	13,2	14,5	15,2	10,2	11,5
M 12	M 12x1,25	19	14,8	9,6	12	6	22,1	15,9	18	18,5	12,3	14,4
M 14	M 14x1,5	22	16,6	11,2	14	7	25	18	20,5	20,8	13,8	16,3
M 16	M 16x1,5	24	18	12,8	15	8	27,5	19,5	22,5	22,7	14,7	18
M 18	M 18x1,5	27	21	14,4	16	9	34	22	25	-	-	-
M 20	M 20x1,5	30	23	16	17,5	10	35	23	26	-	-	-
M 22	M 22x1,5	32	25	17,6	19	11	-	-	-	-	-	-
M 24	M 24x2	36	28	19,2	21	12	-	-	-	-	-	-
M 27	M 27x2	41	30,8	21,6	22,5	13,5	-	-	-	-	-	-
M 30	M 30x2	46	33,2	24	24,5	15	-	-	-	-	-	-
M 33	M 33x2	50	36	26,4	26	16,5	-	-	-	-	-	-
M 36	M 36x3	55	40	28,8	30	18	-	-	-	-	-	-
M 39	M 39x3	60	42	31,2	32	19,5						
M 42	M 42x3	65	44	33	32	21						
M 45	M 45x3	70	46	36	33	22,5						
M 48	M 48x3	75	48	38	35	24						

Esempio design. di un dado autofrenante M10 acc. inox: Dado "Elastic Stop" M10-50.

Temp. non > a 100-120°C. Ottime caratter. bloccanti fino ad oltre 200 avvitamenti. V e W = minima e massima lunghezza della vite.

Dadi elastici autobloccanti "Serpress" (catalogo Urama Simmonds)

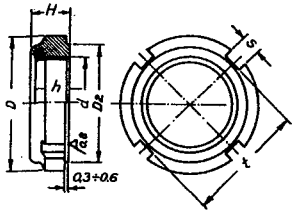


d p.grosso	A	B ±0,2	C ±0,1	E ±0,1	R
M3	5,5	3,3	0,5	7,5	0,5
M4	7	3,6	0,5	9	0,5
M5	8	4,4	0,6	10,5	0,5
M6	10	5,2	0,7	12,5	0,5
M7	11	6,2	0,8	14	1
M8	13	6,9	1	16	1
M5 BL	8	4,4	0,6	12,1	0,5
M6 BL	10	5,2	0,7	14,6	0,5
M8 BL	13	6,9	1	18,6	1

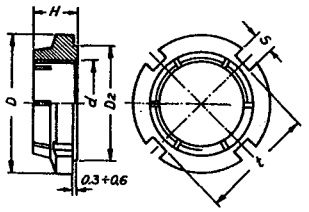
Materiale: acc. 5S zinc. cromataz. Riduce al min. le rotture nel punto più sollecitato dell'accoppiam., mantiene la vite in tensione, aumenta l'attrito tra i filetti evitando lo svitamento.

Ghiere autofrenanti "Elastic Stop"

Urama Simmonds - Viale Marche 15 Milano



Ghiera con anello elastico di naylon



Ghiera tipo GT per alte temperature

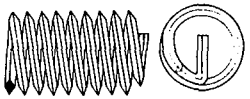
d passo fine	Tipo normale GUK						pesan. CUP		mom. frenante		Tipo GT*	
	H	h	D	D_2 t	s	N° cave	H	h	max 1° avvit.	min 5° svitam	H	D_2 t
M 10x0,75	7,4	4,5	18	15	3	4	-	-	-	-	8	14
M 12x1	7,4	4,5	21	18	3	4	-	-	-	-	8	17
M 15x1	8,4	5,5	24	21	4	4	-	-	-	-	9	20
M 17x1	8,4	5,5	28	24	4	4	-	-	-	-	9	23
M 20x1	9,4	6,5	32	27	4	4	13	9,6	1,4	0,4	10	26
M 25x1,5	10,3	6,5	38	33	5	4	14	9,7	2,2	0,6	11	32
M 30x1,5	10,9	6,5	44	38	5	4	14	9,8	3,4	0,9	12	37
M 35x1,5	11,1	7	50	44	5	4	15	10,8	5,4	1,2	13	43
M 40x1,5	12,1	8,2	56	50	6	4	16,5	12	7	1,5	14	49
M 45x1,5	12,1	8,2	62	55	6	4	16,5	12,3	9,4	2,4	14	54
M 50x1,5	12,7	8,5	68	61	6	4	18,5	14,1	11,6	3,2	14	60
M 55x2	13,2	8,5	75	68	7	6	18,5	14,6	14	4	15	67
M 60x2	13,2	8,5	80	73	7	6	18,5	14,8	16,2	4,8	15	72
M 65x2	14,3	9,5	85	77	7	6	19,5	15	18,5	5,8	-	-
M 70x2	14,3	9,5	92	84	8	6	19,5	15	20,8	6,6	-	-
M 72x2	15,3	10,5	98	89	8	6	20,5	15,2	23,2	7,5	-	-
M 80x2	16,3	11,5	105	96	8	8	20,5	15,2	25,5	8,4	-	-
M 85x2	17,3	12,5	110	100	8	8	21,5	16,7	27,8	9,2	-	-
M 90x2	17,5	12,5	120	110	10	8	21,5	16,7	30	10	-	-
M 95x2	18,5	13,5	125	115	10	8	22	17,2	32,4	10,8	-	-
M 100x2	19,5	14,5	130	120	10	8	24	19	34,6	11,8	-	-

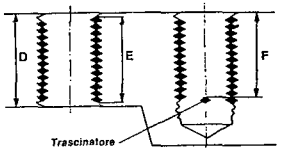
Materiali: Acciaio con R = 490-685 N/mm². Tolleranza della filettatura = 4H. Perfetta tolleranza di perpendicolarità tra le filettatura e la base di appoggio. Protezione: zincatura passivata. Temp. d'impiego: 100°C. Le ghiere Elastic Stop rimangono autobloccanti anche oltre 50 avvitamenti e svitamenti. Il momento frenante é espresso in daN/m. * Ghiere autofrenanti per alte temperature tipo GT: alcuni tagli praticati sul la parte conica permettono, grazie ad una chiusura appropriata, di realizzare una riduzione progressiva del diametro della filettatura. L'albero che viene avvitato si trova pertanto progressivamente frenato nella parte conica della ghiera il cui diametro di filettatura é inferiore al diametro filettato della vite. Materiale tolleranze e protezione superficiale come le altre ghiere. Temperatura massima d'impiego : 280°C.
Riutilizzazione fino a cinque avvitamenti e svitamenti.
A richiesta tipi speciali (GUA) a passo fine (diversi) da 10x1 a 220x3.

Filetti riportati "ELICEL"

Rappresentante: P.S.M. Celada Fasteners S.r.l. Via Porpora 24 Milano
Tel. (02)29400630 - Tx 312241 CELADA I - Fax (02)29514888

Per rinforzare e proteggere le filettature in tutti i metalli. Per riparare le filettature deteriorate. Per progettazioni razionali. Per filettature autobloccanti. Il filetto riportato Elicel costituisce una filettatura perfetta corrispondente alle quote e alle tolleranze delle norme ISO e degli altri sistemi di filettatura.





M	Ø passo grosso	Ø passo fine	Ø foro da f. passo grosso	Ø foro da f. passo fine	D: lunghezza di base filett. Ø x 0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	2,5	3	F=D-
2,5	0,45	*	2,6	*	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	0,7
3	0,5	*	3,2	*	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	0,7
4	0,7	*	4,2	*	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	1
5	0,8	*	5,2	*	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	1,2
6	1	*	6,3	*	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	1,5
8	1,25	1	8,4	8,3	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	1,5
10	1,5	1,25	10,5	10,4	* *	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	2,2
12	1,75	1,25	12,5	12,25	* *	x *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	2,6
14	2	1,5	14,5	14,5	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	2,7
16	2	1,5	16,5	16,5	* *	x •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	2,9
18	2,5	1,5	18,75	18,5	* •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	2,9
20	2,5	1,5	20,75	20,5	* •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	x •	3,7
22	2,5	1,5	22,75	22,5	* •	x •	x •	x •	x •	x *	x *	x *	3,7
24	3	2	24,75	24,5	* •	x •	x •	x •	x •	x •	x *	x *	4,4
27	3	2	27,75	27,5	* •	x •	x •	x •	x •	x *	x *	x *	4,4
30	3,5	2	31	30,5	* •	x •	x •	x •	x •	x *	* *	* *	5,2
33	3,5	2	34	33,5	* •	x •	x •	x •	x •	x *	* *	* *	5,2
36	4	3	37	37	* •	x •	x •	x •	x •	x *	* *	* *	5,9
39	4	3	40	40	* •	x •	x •	x •	x •	x *	* *	* *	5,9
42	4,5	3	43	43	* •	x •	x •	x •	x •	x *	* *	* *	6,6

E = D - 1 passo.

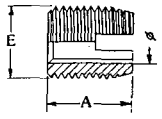
* = non disp. x = disp. passo grosso
• = disp. passo fine.

I filetti autobloccanti assicurano il bloccaggio della vite tramite alcune spire poligonali, anche dopo un notevole numero di avvitamenti e svitamenti.
Sono disponibili anche Elicel con Ø 7-10-12 passo 1. Ø 9-14 passo 1,25. Ø 11-12-24-26-27-28-30-36-passo 1,5. Ø 20-22-36 passo 2. Ø 45 passo 3. Ø 45 passo 4,5. UNC da 4-40 a 1½"-6.
UNF da 6-40 a 1½"-12. Maschi Elicel per fil. standard e autobloccanti in tutte le dimensioni (manuali o su macchina) nonché apparecchi di posa e di controllo.
Designazione: Filetto stand. (ST), autoblocc. (AU). Ø e passo vite. Lungh. di base (multipli di Ø) (Es. 1,5 Ø x 6 = 9). Materiale: Acc. inox 18/8 (AC). Bronzo fosf. cadmiato (BR). Nimonic 90 (NI). Inconel X750 (IN). Esempio des.: Elicel ST - 6x1 - 9 - AC.

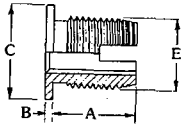
Inserti autofilettanti

Rappresentante: P.S.M. Celada Fasteners S.r.l. Via Porpora 24 Milano
Tel. (02) 29400630 - Tx 312241 CELADA I - Fax (02)29514888

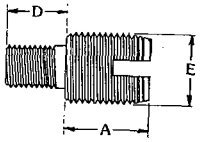
Inserti filettati con presa autofilettante su materie plastiche e leghe leggere



Inserto codice SCT



con testa codice HSCT

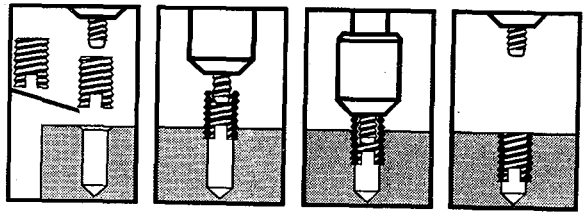


con prigioniero codice SCTS

Ø filett.	A	B	C	E	diam. foro raccomandato termoplast.	termoind. (*)
M2,5	6,0	0,55	6,0	4,5	4,0-4,1	4,1-4,3
M 3	6,0	0,55	6,5	5,0	4,5-4,6	4,6-4,8
M3,5	8,0	0,70	7,5	6,0	5,3-5,4	5,5-5,7
M 4	8,0	0,80	8,0	6,5	5,8-5,9	6,0-6,2
M 5	10,0	1,00	9,5	8,0	7,1-7,2	7,3-7,6
M 6	14,0	1,30	12,0	10,0	8,6-8,8	9,0-9,4
M 8	15,0	1,30	14,0	12,0	10,6-10,8	11,0-11,4
M 10	18,0	1,50	16,0	14,0	12,6-12,8	13,0-13,4
M 12	22,0	1,50	18,0	16,0	14,6-14,8	15,0-15,4

Lunghezze D = 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 25. per tutti i diametri di filettatura.

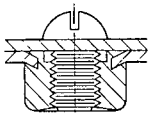
Metodo di istallazione



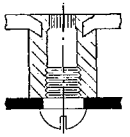
(*) Per materie plastiche termoindurenti e leghe leggere.
Inserti di forma adeguata per fori trapanati.
Alta resistenza a trazione (10.000 N) e a torsione (26 Nm). inserto su poliestere (DMC).
Materiali: Ottone (B), Acciaio inossidabile (STST).
Per la designazione specificare:
1) codice del prodotto,
2) materiale,
3) diametro di filettatura,
4) (prigionieri) lunghezza D.
Esempio inserto M 5 in ottone:
Inserto SCT - B - M5.
Inserto con testa M 6, in acciaio inossidabile:
Inserto HSCT - STST - M6.
Inserto prigioniero M 10, lunghezza gambo 20 mm, in ottone:
Prigioniero SCTS - STST-M 10x20.

Dispositivi di fissaggio per lamiere sottili

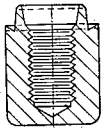
Rappresentante P.S.M. Celada Fasteners S.r.l. Via Porpora 24 Milano



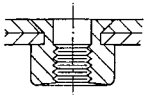
Boccole rivetto "Ancora" Ø fil. M3 12 alt. 3,2 10,2 Mat. S-B-A-SS.



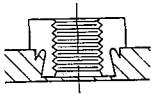
Distanziatori rivetto"Ancora" Ø fil. 3 12 lungh. 3 25 Mat. S-B-A-SS.



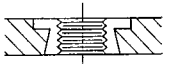
Boccole rivetto "Ancora" tipo cieco filett. 3 12 Mat. S-B-A-SS.



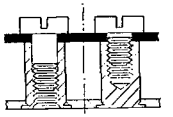
Boccole rivetto "Ancora" miniatura filett. 2 8 Mat. S-B-A-SS.



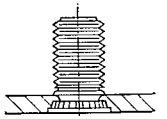
Boccole auto-aggancianti tipo PS (SS) fil. 2 12,tipo PSS (SS), tipo PSA (A)fil.2 10



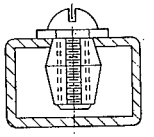
Innesti auto-aggancianti serie PF filett. 2 6 Materiale SS.



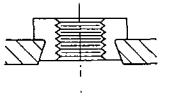
Distanziatori PTSO (pass.) PBSO (ciechi) filett. 3 5 altezza 3 26 Mat. A-S-SS.



Prigion. auto-agganc. PFH filett. 2 6 lungh. 6 30 Mat. A-SS.



"Banc-Lok" T81(testa sv.) T75,T71 (testa piana) fil.2 6 presa 0,5 3,2 Mat. A-B-S.



"Spac-Nut" autoperfor. autoagganc. filett. 3 12 Materiale S.

Esigenze di produzione: da usare	Esigenze di produzione: si richiede	Fasteners consigliati	Metodo di assemblaggio: manuale	Metodo di assemblaggio: atrez. man.	Metodo di assemblaggio: pressa	Metodo di assemblaggio: macchina PSM
in reparto di assemblaggio	Dado fisso	Boccole "Ancora"		x	x	x
		Bocc. miniat."Ancora"		x	x	x
		Bocc. autoagg. PS			x	x
		Inserti autoagg. PF			x	x
		"Spac-Nut"			x	x
		"Banc-Lok" T75 e T85	x	x	x	x
	Prig. fil.	Prigion. autoagg. PFH			x	x
	Distanziat. filettato	Distanz. autoagg. PTSO			x	x
		Distanz. autoagg. PBSO			x	x
		Distanz. "Ancora"		x	x	x
Catena di montaggio	Dado fisso foro cieco	"Banc-Lok" T75 e T85	x	x		

Nella designazione specificare: 1° Nome e tipo, 2° Ø filettatura, 3° Spessore della lamiera, 4° Materiale. Sigle materiali: S = acciaio, B = ottone, A = alluminio, SS = acciaio inossidab. Per maggiori informazioni chiedere catalogo alla Ditta fornitrice

Inserti filettati per materiali plastici

Rappresentante P.S.M. Celada Fasteners S.r.l. Via Porpora 24 Milano

Inserti post-stampaggio: eliminano gli inserti pre-stampaggio. Azione autobloccante sulla vite. Per la designazione indicare: (1) Sigla, N° alette, Mater., M...

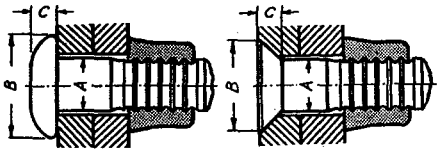
(2-3) Sigla, Materiale, M...
(4-5) Sigla, M...
(6-7) Sigla, M...xG (gambo).

		M	2	2,5 3	3,5	4	5	6	8
Autobloccanti (ottone=B o allum.=A)		d	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,5
(1)	Ad alette (sigla MV) Per mater. plastici	N°	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	5-7	5-7
		n	4	4-5	4-6	4-6	5-7	9	9
		L	4	4,8	6,4	8	9,5	12,7	12,7
		D	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,6
		s	1,6	2	2,4	2,8	3,2	4	4,8
(2)	Zigrinati (sigla N41) Per mater. termoindurenti.	L	4	4,8	6,4	8	9,5	12,7	12,7
		D	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,6
		s	2,4	3,2	3,6	4	4,8	6	7
(3)	Con testa (sigla N42R) Per laminati plastici.	L	4	4,8	6,4	8	9,5	12,7	12,7
		D	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,6
		s	2,4	3,2	3,6	4	4,8	6	7
		T	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,5	11
		s_1	,45	,55	0,7	0,8	1	1,3	1,3
A pressione in ottone									
(4)	"Spiro" SP (con T:HSR) Per termoplastici e termoindur.	L	4,1	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	9,2
		D	3,1	3,8	4,6	5,4	6,2	7,8	9,3
		s	1,6	2	2,5	2,5	2,5	2,8	3,8
		T	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,5	11
		s_1	,45	,55	0,7	0,8	1	1,3	1,3
(5)	"Sonic-Lok" SL, (con T: SHK) Inserimento ultrasonico. Per termoplast.	L	4	5,8	7,2	8,2	9,5	12,7	12,7
		D	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,6
		T	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,5	11
		s_1	,45	,55	0,7	0,8	1	1,3	1,3
(6)	"Spiro"SPTS (con T:SPHS) Per termoplastici e termoindurenti.	L	4,1	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	9,2
		D	3,1	3,9	4,6	5,4	6,2	7,8	9,3
		s	1,6	2	2,5	2,5	2,5	2,8	3,8
		T	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,5	11
		s_1	,45	,55	0,7	0,8	1	1,3	1,3
(7)	"Sonic-Lok" SLTS (con T: SLHS) Per inserimento ultrasonico Mat. plast.	L	4	5,8	7,2	8,2	9,5	12,7	12,7
		D	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	9,6
		T	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,5	11
		s_1	,45	,55	0,7	0,8	1	1,3	1,3
		I prodotti P.S.M sono protetti da Brevetti internazionali							

Lunghezza gambo G (tutti i prigionieri) 5-6-8-10-12-14-16-18-20-25.

Bulloni a strappo (chiodatura a freddo)

Ditta Compagnia Articoli Tecnici (CAT) Via Saluzzo 76c Torino

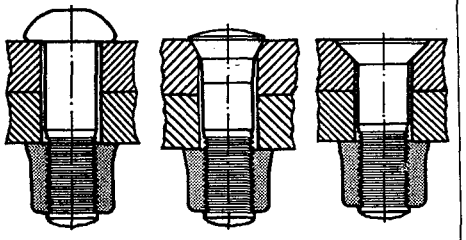


C6LB-R acc.*testa tonda
C6L90 acc.testa svasata

* a richiesta acc. inox o allum. Mg5 con solo collare standard e sigla C6LB-NR.

N°catalog. C6LB t.t. C6L90 T.s	Ø A	Øforatura raccom. min	max	spessore serrabile min	max	B	C	L	Carico di rottur.kN tagl.	traz.	Coll.di rib. standard	con flang.
R6 - 2				2	5			38,1				
R6 - 4				5	8			38,7				
R6 - 6				8	11,5			44,4			2LC-	3LC-
R6 - 8	4,8	5,05	5,15	11,5	14,5	9	3,2	47,6	7,65	7,35	R6	2R6
R6 - 10				14,5	17,5			50,8				
R6 - 12				17,5	21,0			54,0				
R8 - 12				3	5			43,1				
R8 - 4				5	8			46,3				
R8 - 6				8	11,5			49,4			2LC-	3LC-
R8 - 8	6,4	6,55	6,75	11,5	14,5	12,7	3,8	52,6	13,5	13,5	R8	2R8
R8 - 10				14,5	17,5			55,8				
R8 - 12				17,5	21,0			59,0				
R10 - 4				3,5	9,5			51,2				
R10 - 6				6,5	13,0			54,4			2LC-	3LC-
R10 - 8	8,0	8,05	8,35	9,5	16,0	15,9	5,1	57,5	21	20,5	R10	2R10
R10 - 10				13,0	19,5			60,7				
R10 - 12				16,0	22,5			63,9				
R12 - 4				3,5	9,5			57,2				
R12 - 6				6,5	13,0			60,4				
R12 - 8	9,5	9,80	9,95	9,5	16,0	19,1	6,3	63,5	30,4	28,9	2LC-	3LC-
R12 - 10				13,0	19,5			66,7			R12	2R12
R12 - 12				16,0	22,5			69,9				

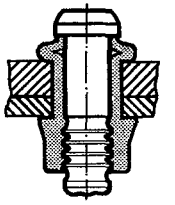
Altri tipi di bull. a strappo: C6LM in acc. testa larga stessi diametri del tipo C6LB ma con > spess.serrabili.



C 50 LR C 50 L60 C 50 L90

Acciaio alta resist. Ø 12,7-16-19-22,2-25,4
Spessori serrabili, min 6,4 mm,max 76,2 mm.
RM a traz. 75,8÷324 kN, a taglio 64÷251 kN.

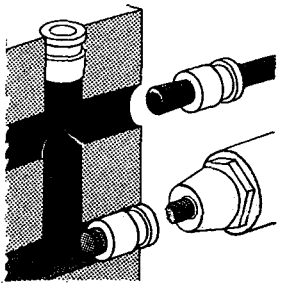
Bull. alla cieca BOM Ø 4,76-6,35-8-9,25-12,7-16-19.



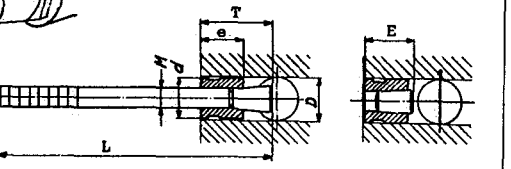
Sp. serraggio 2,4÷50,8mm
Rm a trazione 8÷129 kN.
Rm a taglio 12,5÷200 kN.

Spine automatiche Koenig Expander

Ditta Compagnia Articoli Tecnici (CAT) Via Saluzzo 76c Torino



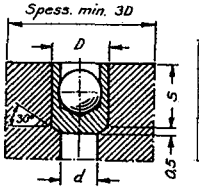
Koenig Expander serie HK - Spine automatiche per chiusura di fori nelle costruzioni oleodin. e pneumatiche. Sono composte di una boccola di lega leggera montata su mandrino conico di acciaio. Collaudate con pressione intermittente da 0 a 1200 bar con soste di 3 min alla min e alla max pressione Cicli di 2 ore a + 100 e a - 40°C per un totale di 250 ore.



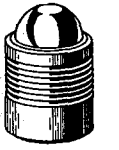
N°Cat.	D*	d	e±0,2	Tmax	Emin	M	L	N°Cat.	D*	d	e±0,2	Tmax	Emin	M	L
030 CK	3	3	5	10	9	2	38	100 CK	10	10	10,5	16	14	6	39
030 CL	3	3	9,5	15	12,5	2	42	120 CK	12	12	12	17	15	6	40
040 CK	4	4	5	10	8	2,2	38	043 CK	4,3	4,3	5	10	8	2,2	38
040 CL	4	4	9,5	15	13,5	2	42	053 CK	5,3	5,3	6	11,5	10	2,8	41
050 CK	5	5	6	11,5	10	2,8	41	063 CK	6,3	6,3	6,5	12	10	2,8	43
060 CK	6	6	6,5	12	10	2,8	43	083 CK	8,3	8,3	9,5	15,5	13,5	4,5	38
070 CK	7	7	7	12,5	10,5	3	43	105 CK	10,5	10,5	10,5	16	14	6	39
080 CK	8	8	9,5	15,5	13,5	4,5	38	125 CK	12,5	12,5	12	17	15	6	40
090 CK	9	9	9,5	16,5	13	4,5	38	-	-	-	-	-	-	-	-

* Toll. su D +0,1-0 (D=10-10,5-12 12,5 +0,05-0) grezzo di foratura con punta ad elica. N° di Catalogo HK.....II-III, Pinza TT66. Pistola pneumatica PRG540 (a rich.)

Koenig Expander serie MB - Si inserisce il Koenig MB nel foro (grezzo di foratura), quindi con un martello, o meglio con una pressetta, si spinge la sfera verso il basso. L'operazione provoca la deformazione del contenitore che ancorandosi saldamente alle pareti del foro, assicura una perfetta tenuta. Codice: MB xxx.....
* D + 0,05 (Koenig classe 1)
D + 0,1 (classe 2) Si consigliano i Koenig MB 700 validi per ogni tipo di materiale del contenitore



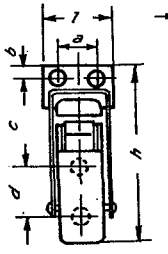
Serie	Materiale	Classe	PA min bar
MB 700	acciaio	1	1000
	inox	2	750
MB 800	acciaio	1	750
	cadm.	2	500



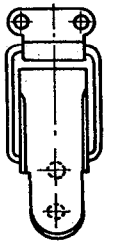
Codice	040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	180	200	220
D*	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22
d	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20
s	3,9	5,4	6,4	7,4	8,4	9,9	10,9	12,9	14,6	16,6	18,6	21,6	24,6

Agganci per chiusure rapide

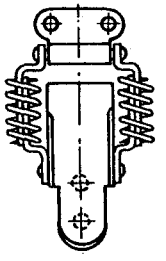
Urama Simmonds - Viale Marche 15 - Milano



USM 36-14

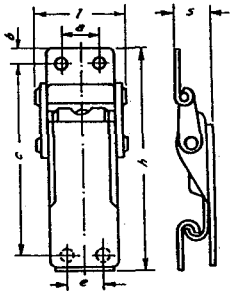


USM 55-23

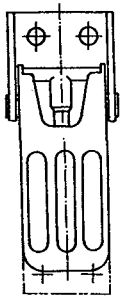


USM 60-35

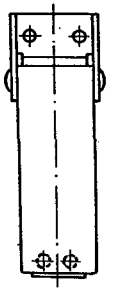
USM	h	l	s	a	b	c	d	Res. traz. N	Precar. N	Rivetti Ø
36-14	36	14	6	8	2,5	18	10	490	50	3
55-23	55	23	12	14	3	35	10	-	-	3
60-35	60	35	12	14	3	39	10	1470	147	3



USM 60-25



USM 140-45



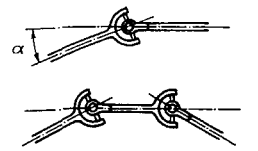
USM 70-25

USM	h	l	s	a	b	c	e	Res. traz. N	Rivetti Ø
60-25	60	25	10	10	4	52	10	~1370	3
140-45	140	45,5	22	22	10	122	22	~4900	6
70-25	70	25	16	14	6	60	10	~1960	3

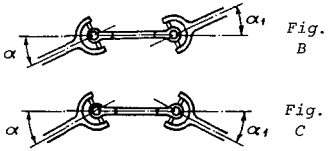
USM 36-14 - Aggancio tipo miniatura precaricato tramite due molle contenute nell'aggancio stesso.
USM 55-23 - Aggancio di tipo economico tramite filo di acciaio che lo mantiene sempre in tensione evitando vibrazioni e rumori.
USM 60-35 - Aggancio a forte forza di chiusura, precaricato da molle esterne, sempre in forte tensione.
USM 60-25 - Aggancio registrabile tramite vite con corsa di 5 mm. Resistenza massima alla trazione.
USM 140-45 - Aggancio registrabile con corsa di 14 mm, grande resistenza a trazione.
USM 70-25 - Aggancio registrabile con corsa di 10 mm e progressione di 0,5 mm per giro. Forte resistenza a trazione.
Tutti gli agganci sono protetti da zincatura giallo iridescente. Negli agganci 36-14 e 60-35 si può aumentare il precarico, rispettivamente a 80 e 245 N.

Giunti cardanici-Variazione velocità angolare negli alberi condotti

Trasmis. con variazione periodica



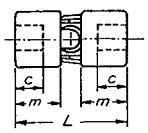
Trasmis. con velocità costante

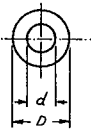


- Condizioni di montaggio -
Col giunto cardanico (fig. A) la trasmissione di un movimento, non é uniforme, ma secondo una variazione periodica. Questa variazione trascurabile per piccoli angoli cresce rapidamente con l'aumentare dell'angolo. Il rapporto Δ tra il massimo scarto di velocità e la velocità media é:
Δ = 1:cos α - cos α = tg α sen α
Esso risulta 0,76% (5°), 6,94% (15°), 28,9% (30°), 70,7% (45°) 159% (60°). Si elimina l'inconveniente usando il doppio giunto cardanico (figg. B e C) a condizione che α sia uguale a $α_1$.
In fig. D, un montaggio asimmetrico da scartare perché non evita la variazione periodica. Le variazioni max e min in numero di giri provocate dall'angolo α (fig.A) si determinano nel modo seguente:
Max numero giri/min dell'albero condotto = numero giri dell'albero conduttore x sec α .
Min numero giri/min dell'albero condotto = numero giri dell'albero conduttore x cos α .
Esempio: Albero conduttore, rotazione costante di 100 giri/min.
Giunto card. lavorante con α =15°
Max velocità albero condotto:
100 x 1,03528 = 103,528 giri/min.
Min velocità albero condotto:
100 x 0,96593 = 96,593 giri/min.
Variazione estrema:
103,528-96,593 = 6,953 giri/min.

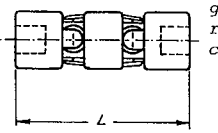
Giunti snodati di precis. (Angst+Pfister Via Umbria 13 Torino S.Mauro

Semplici α max 40°

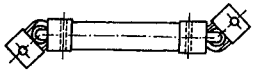




Doppi α max 80°



Posizione fori spine e linguette sporgenti per ottenere movimento uniforme. A richiesta: chiavetta o foro □

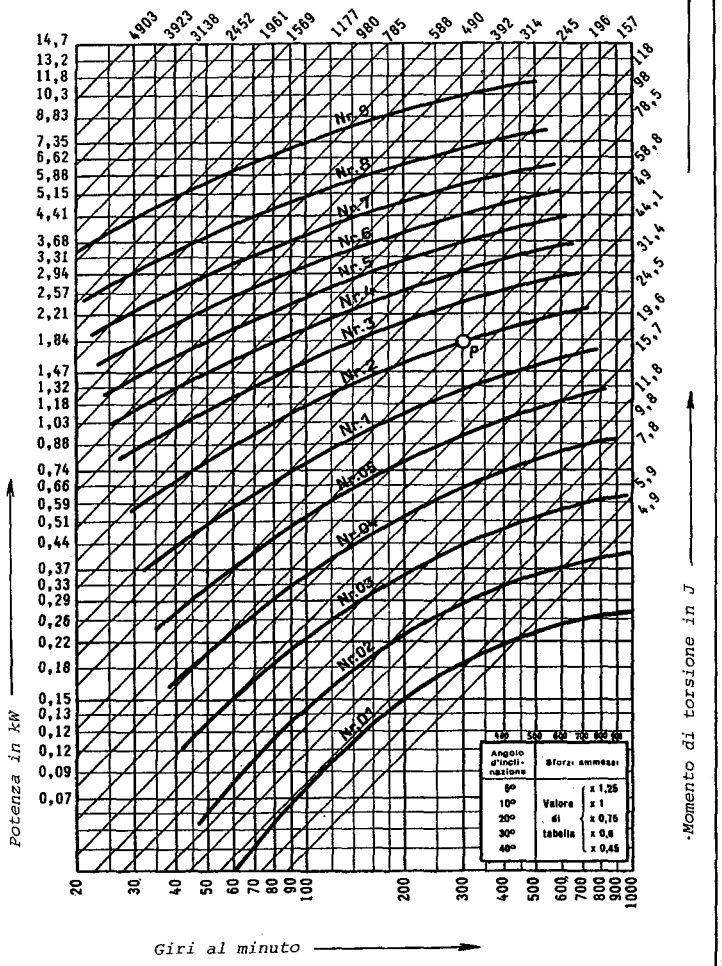


dimensioni				semplici			doppi		
d (H7)	D	c	m	N°	L	kg	N°	L	kg
6	16	9	13,5	01	34	0,05	-	-	-
8	18	11	16	02	40	0,06	-	-	-
10	22	12	18	03	45	0,10	-	-	-
12	26	13	20	04	50	0,15	-	-	-
14	29	16	22,5	05	56	0,20	-	-	-
16	32	18	26,5	1	65	0,30	1 D	100	0,45
18	37	20	29	2	72	0,45	2 D	112	0,70
20	42	23	33	3	82	0,67	3 D	127	1,00
22	47	25	38,5	4	95	1,00	4 D	145	1,56
25	52	29	43,5	5	108	1,35	5 D	163	2,10
30	58	34	49,5	6	122	1,85	6 D	182	2,75
35	70	39	56	7	140	3,15	7 D	212	4,75
40	80	44	64	8	160	4,60	8 D	245	7,20
50	95	54	76	9	190	7,60	9 D	290	12,0

segue

segue: Giunti snodati di precisione

Tabella di calcolo per la scelta del giunto

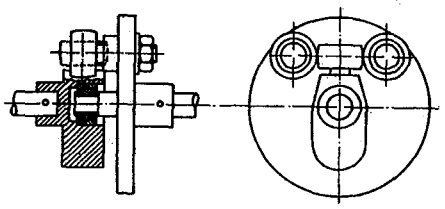


Esempio. Dati: Potenza da trasmettere 1,84 kW, velocità giri/min 300, inclinazione 20°. Per questi dati la tabella indica il giunto N° 2 (punto P). L'inclinazione di 20°, riduce il rendimento a 1,38 kW (1,84 x 0,75 = 1,38) Occorre scegliere il giunto N° 4 che trasmette invece 2,2 kW (2,94 x 0,75= = 2,2 kW.

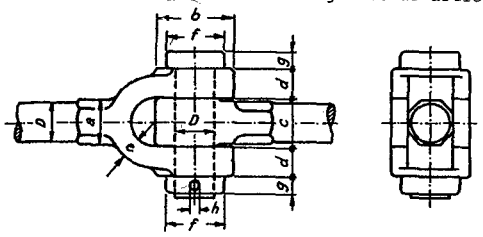
G i u n t i

Giunto universale

Due alberi possono essere accoppiati con allineamento assiale, angolare o ambedue difettosi. In qualsiasi posizione e in qualsiasi tempo la potenza verrà trasmessa interamente attraverso rullini antifrizione, da un'albero all'altro in ciscuna direzione di rotazione. Sistemando volutamente gli alberi con disallineamento assiale, il moto nell'albero condotto sarà non uniforme. Nella figura il dispotivivo antifrizione é realizzato con tre rullini, in posizione ortogonale fra loro. Ogni mezzo giunto dovrà essere dinamicamente bilanciato.

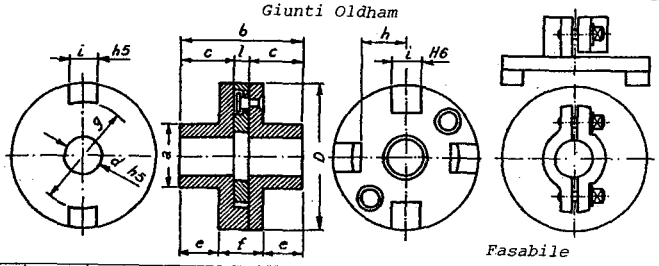


Proporzionamento di un giunto di articolazione



a = 1,1 D
b = 2 D
c = 1,2 D
d = 0,75D
e = 0,6 D
f = 1,5 D
g = 0,5 D
h = 0,25D

Giunti Oldham

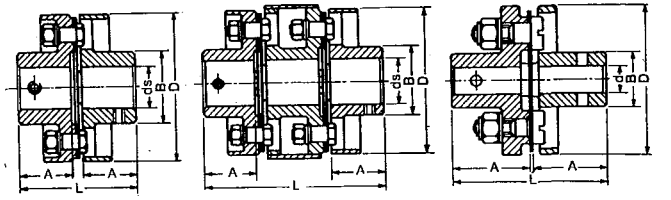


Fasabile

Tipo	d	D	a	b	c	l	e	f	g	h	i	r
5	5	20	9	20	8,5	3	6,5	7	14	6	4	9,5
8	8	30	13	29	13	3	10,5	8	22	9	6	12,5
10	10	40	16	34	15	4	12	10	30	13	7	16
12	12	50	19	41	18	5	14	13	34	15	10	18
15	15	60	25	62	28	6	24	14	42	19	11	-
20	20	70	32	76	35	6	30	16	52	24	11	-

I tipi 5 - 8 - 10 - 12 possono essere costruiti anche fasabili.

Giunti "Transflex" (Angst e Pfister S.p.A. MI-TO-GE-BO-PD-Roma)

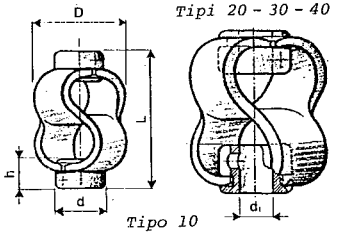


Serie P — Serie PD — Serie M

ds *	Øalb max	A	B	D	L	L1	P	Serie PD	M	Mt J	V. max g/min	kW a giri 500	700	960	1400	Spina elast.
18	25	35	36	90	75,2	111,4	P1	PD1		14	2000	0,74	1,03	1,40	2,06	
18	32	38	46	100	83,8	130,6	P2	PD2		35	1600	1,84	2,57	3,53	5,15	
18	40	45	58	125	98,4	152,8	P3	PD3		70	1300	3,68	5,15	7,06		
25	45	55	68	140	120,4	184,8	P4	PD4		140	1100	7,35	10,3	14,1		
25	55	65	88	180	141,2	216,4	P5	PD5		351	1000	18,4	25,7	35,3		
30	70	85	110	220	184	268	P6	PD6		702	850	36,8	51,5			
67	80	95	130	260	205	300	P7	PD7		1404	725	73,5	103			
76	90	110	145	280	238	342	P8	PD8		2108	650	110				
86	100	120	166	330	258	372	P9	PD9		3511	560	184				
96	110	140	180	350	300	422	P10	PD10		4913	500	257				
6°		22	13	40	45,5				M1	0,78						2x16
8°		22	16	45	45,5				M2	1,57						3x18
10°		28	20	55	56,5				M3	2,94						4x24

** Foro grezzo. ° Foro finito H7, se necessario allargabili a 7(M1) 9(M2),12(M3). Deviazioni angolari = 1°(serie P),2°(serie PD). Impiego: Industr. tessile (telai, bobinatrici, carde), cartaria, tipografica, della gomma, meccanica, (carri ponte), mineraria, ecc.*

Minigiunti "Paguflex" (Angst e Pfister)



Tipi 20 - 30 - 40

Tipo 10

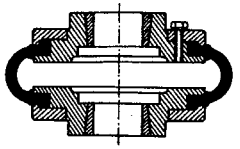
Boccole in lega speciale zincata, doppio anello in resina poliuretanica, di elevata elasticità e resistenza all'usura e all'attacco di oli, grassi e numerosi agenti chimici. Antivibranti. Per macchine tessili, tipografiche, per ufficio, pompe, ventilatori, ecc. Consentono la trasmissione del moto fra alberi convergenti, paralleli o allineati, ma soggetti a movimenti relativi assiali.

Tipo	Dimensioni D	L	d	h	d1 H7	d1 max	Scostamento max mm rad	assiale (1)	assiale (2)	Ang. max alb.	Mt max N/cm	Potenza trasm. W/giro	Temp. max lav.	Viti bloc cag.	Peso kg
10	26	28	18	7,9	6	8	2,6	9	4,8	10°	29	0,030	50°	M3	0,020
20	48	48	25	12,7	10	12	3,2	15	7,5	15°	127	0,133		M4	0,085
30	54	58	28	15,9	12	16	3,2	17	9	15°	314	0,328		M5	0,130
40	54	61	28	15,9	14	16	3,2	22	10	15°	450	0,472		M6	0,115

(1) al montaggio. (2) in lavoro normale in assenza di angolazione e scostamento radiale.

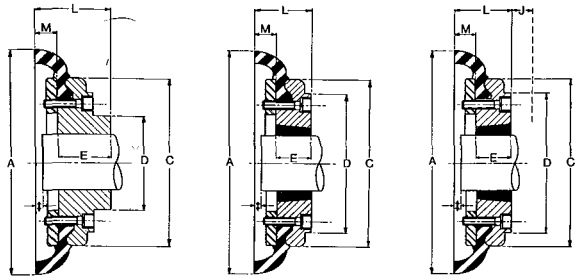
Giunti elastici "Fenaflex" con bussole di bloccaggio Taper-Lock

Angst+Pfister Spa 20149 Milano Viale teodorico 25
Tel. 02/31061, Tlx 331197 ap mi i, Fax 0233103148. Uff. Comm. Reg. TO-GE-BO-PD-Roma.



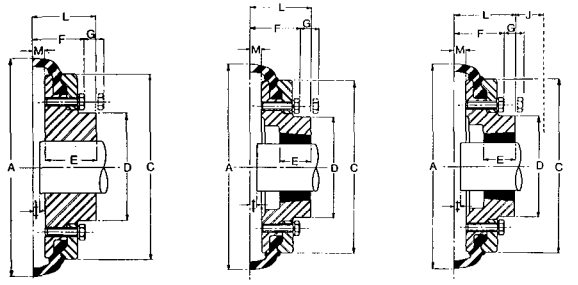
I giunti elastici "Fenaflex" sono disponibili:- Con sistema di bloccaggio rapido sull'albero mediante bussole Taper-Lock(tipi F e H) - Con foro grezzo nel mozzo (tipo B). Fra le due flange metalliche dei giunti sono possibili movimenti relativi torsionali di circa 4 a 8 gradi. L'energia immagazzinata per ogni grado può raggiungere valori da 5 a 3500 Nm, secondo le dimensioni. Consentono disassamenti tra alberi rotanti da 1 a 6,5 mm; deviazioni angolari di 4° e movimenti assiali da 1,3 a 8,2 mm. Facile sostituzione dell'elemento elastico senza rimuovere le macchine collegate.

Riferimenti F40 - F50 - F60 - (Ghisa)



Flangia B — Flangia F — Flangia H

Riferimenti F70 - F250 - (Acciaio)



Flangia B — Flangia F — Flangia H

segue

segue: Giunti elastici "Fenaflex" con bussole di bloccaggio

Potenza di calcolo = N_B
Potenza da trasmettere = N
N_B = N x fs (fs in tab. 1)
n = velocità del giunto, giri/min
Scelta del giunto (tab.2) rigo velocità n, potenza ≥ di N .In testa alla tabella, la sigla del giunto
Bussola Taper-Lock:
(in tab. 4 in corrisp. con riferimento del giunto). Esempio:
Macchina utensile; motore elettrico n = 1200 giri/min; potenza N = 150 kW; funzionamento 12 h/d; Ø alberi: macch. 65 mm; mot. 75 mm.
N_B = N fs = 150x1,4 = 210 kW.
tab. 2, valore di potenza = 217 kW (≥ 210) giunto F 140. Tab. 4, per giunto F 140, bussola rif. 3535, adatta per Ø 65 e 75 mm. Design.:
N° 2 flange F 140, esec.F (op. H)
N° 1 bussola Taper-Lock 3535/65
N° 1 bussola Taper-Lock 3535/75
N° 1 elem. elast. F 140 gomma naturale.

Tabella 1 - Coefficienti di sicurezza "fs"

Macchine operatrici (vedi esempi: trasmissioni a cinghie trapezoidali).	Motori elettrici Turbine a vapore			Motori a comb. interna ≥ 4 c. Turbine ad acqua- mot. a vap.		
	Funzionamento h/d			Funzionamento h/d		
	fino a 10	10 a 16	oltre 16	fino a 10	10 a 16	oltre 16
Trasmissioni leggere	0,8	0,9	1,0	1,3	1,4	1,5
" medie	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9	2,0
" pesanti	1,8	1,9	2,0	2,3	2,4	2,5
" molto pesanti	2,3	2,4	2,5	2,8	2,9	3,0

Tabella 2 - Potenze trasmissibili in kW con i giunti Fenaflex

Velocità n	Riferimento giunto														
giri/min	F 40	F 50	F 60	F 70	F 80	F 90	F100	F110	F120	F140	F160	F180	F200	F220	F250
100	0,22	0,56	1,11	1,70	2,65	3,83	5,30	7,46	12,4	19,7	32,6	57,5	82,1	116	149
200	0,44	1,12	2,22	3,40	5,30	7,66	10,6	14,9	24,8	39,4	65,2	115	164	232	298
300	0,66	1,68	3,33	5,10	7,95	11,5	15,9	22,4	37,2	59,1	97,8	172	246	346	434
400	0,88	2,24	4,44	6,80	10,6	15,3	21,2	29,8	49,6	78,8	130	230	328	459	560
500	1,10	2,80	5,55	8,50	13,3	19,2	26,5	37,3	62,0	98,5	163	288	411	557	671
600	1,32	3,36	6,66	10,2	15,9	23,0	31,8	44,8	74,4	118	196	345	493	640	769
700	1,54	3,92	7,77	11,9	18,6	26,8	37,1	52,2	86,8	138	228	398	557	706	845
720	1,58	4,03	7,99	12,2	19,1	27,6	38,2	53,7	89,3	142	235	410	567	718	858
800	1,76	4,48	8,88	13,6	21,2	30,6	42,4	59,6	99,2	158	261	451	617	770	906
900	1,98	5,04	9,99	15,3	23,9	34,5	47,7	67,1	112	176	285	486	665	814	939
960	2,11	5,38	10,7	16,3	25,4	36,8	50,9	71,6	119	189	297	513	686	835	
1000	2,20	5,60	11,1	17,0	26,5	38,3	53,0	74,6	124	195	303	523	698	835	
1200	2,64	6,72	13,3	20,4	31,8	46,0	63,6	88,6	141	217	333	559	719		
1400	3,08	7,84	15,5	23,8	37,1	53,1	72,7	97,1	155	229	342	547			
1440	3,17	8,06	16,0	24,5	38,1	54,0	73,3	97,8	155	230	338	538			
1600	3,52	8,96	17,8	27,2	42,0	58,2	78,0	103	161	230	329				
1800	3,96	10,1	20,0	30,6	44,8	61,3	81,1	106	163	220					
2000	4,40	11,2	22,2	32,6	47,2	63,6	82,7	104	156						
2200	4,84	12,3	23,7	34,4	49,0	64,0	81,6	98,5							
2400	5,23	13,2	24,8	35,9	49,6	63,4	78,9								
2600	5,43	13,7	25,7	36,7	48,9	59,7	71,7								
2800	5,60	14,3	26,1	37,1	47,5	55,8									
2880	5,64	14,4	26,2	36,7	45,8										
3000	5,74	14,6	26,6	36,7	44,5										
3500	5,92	14,8	25,8	33,5											
4000	5,72	14,1	22,6												

I valori di potenza indicati si riferiscono al Mt normale trasmissibile dai giunti, quelli indicati sotto la linea a gradini sono calcolati con un coefficiente di sicurezza tenente conto degli effetti negativi della forza centrifuga sui giunti.

segue

segue: Giunti elastici "Fenaflex" con bussole di bloccaggio

Tabella 3 - Caratteristiche dei giunti Fenaflex

Rif. giunto	F 40	F 50	F 60	F 70	F 80	F 90	F100	F110	F120	F140	F160	F180	F200	F220	F250
V.max g/min	4500	4500	4000	3600	3100	2750	2600	2300	2050	1800	1600	1450	1300	1100	900
Mt norm. kJ	0,02	0,05	0,10	0,16	0,25	0,36	0,50	0,71	1,18	1,88	3,11	5,48	7,83	11,0	14,2
Mt max(°)kJ	0,06	0,16	0,32	0,49	0,76	1,10	1,52	2,14	3,54	5,64	9,33	16,4	23,5	33,1	42,7
Rigidità (1	0,05	0,13	0,26	0,40	0,63	0,91	1,26	1,78	2,96	4,70	7,78	13,7	19,6	27,6	35,6
Errore p.(2	1,07	1,32	1,57	1,85	2,11	2,39	2,64	2,92	3,18	3,71	4,24	4,75	5,28	5,79	6,58
Movim.R.a(3	1,33	1,65	1,97	2,32	2,63	2,98	3,30	3,65	3,97	4,63	5,30	5,95	6,60	7,25	8,20
Angolaz. (4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Torsione (5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tors.e.e.(6	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

1) torsionale (kJ/grado) 2) di parallelismo max (mm). 3) relativo assiale max(mm) 4) max ammessa (gradi). 5) tra gli alberi accopp. (gradi). 6) idem con elementi elastici speciali (ridurre del 50% i valori della rigid. tors.)(°) durata limitata.

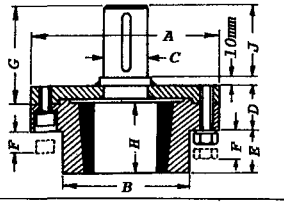
Tabella 4 - Dimensioni delle flange

Rif. giunto	Flange tipo B (7)						Flange tipo F - H								Flange tipo B-F-H			
	Ø foro						Bussola (foro)											
	max	min	L	D	E	F	Rif.	min	max	L	D	E	F	J(8)	A	C	G(9)	H
F 40	30	13	33	-	22	-	1008	9	25	33	-	22	-	29	105	82	-	11
F 50	38	18	44,5	79	32	-	1210	11	32	37,5	79	25	-	38	133	100	-	12,5
F 60	45	18	54,5	70	38	-	1610	14	42	41,5	103	25	-	38	165	125	-	16,5
F 70	50	19	55	78	41	50	1610	14	42	52	78	25	50	38	187	144	10	12
F 80	60	25	60	96	45	54	2012	14	50	56	96	32	54	42	211	167	13	13
F 90	70	32	69	110	52	60	2517	16	60	62	110	45	60	48	235	188	13	14,5
F100	80	32	75	125	58	62	2517	16	60	64	125	45	62	48	254	216	13	14,5
F110	90	32	73	134	58	62	2517	16	60	64	134	45	62	48	279	233	13	12,5
F120	100	38	85	148	68	67	3020	25	75	69	148	51	67	55	314	264	13	14,5
F140	120	60	109	185	91	71	3535	35	90	109	185	89	71	67	359	311	14	16,5
F160	130	65	122	200	104	77	4040	40	100	122	200	102	77	80	402	345	16	15
F180	155	70	141	220	116	94	4545	55	110	141	220	114	94	89	470	398	16	23
F200	175	75	142	240	116	107	4545	55	110	142	240	114	107	89	508	429	16	24
F220	200	80	159	260	129	118	5050	70	125	159	260	127	118	92	562	474	17	27,5
F250	225	90	184	310	154	125	-	-	-	-	-	-	-	-	628	532	18	29,5

7) foro grezzo nel mozzo, Ø = Ø min-2 mm. A richiesta: flange E (mozzo più grande); flange M (per motori laminatoi); bloccchetti di sicurezza per giunti (su gru, paranchi, elevatori) 8) Vano min per passaggio chiave. 9) Estraz. min delle viti per sbloccaggio elemento elastico.

*- Flange distanziatrici "Fenner"- Consentono, in caso di manutenzione, ampi movimenti assiali degli alberi collegati senza rimuovere macchine o motori. Sono applicate in serie ai giunti Fenaflex. Tolte con i giunti lasciano ampio spazio in cui operare. Flange dei giunti tipo F. Per flange tipo H, accertarsi che esista lo spazio per il bloccaggio della bussola Taper-Lock. * Ø max del foro.*

Rif. flan.	Bussola Rif.	*	A	B	C	D	E	F	G	H	I
SM 16	1615	42	127	80	25	33	20	25	94	38	69
SM 25	2517	60	178	127	32	38	23	27	94	45	68
SM 30	3030	75	216	146	50	49	47	34	89	76	59
SM 35	3535	90	248	178	60	55	54	34	117	89	87
S 40	4040	100	298	216	75	60	67	25	137	102	102
S 45	4545	110	330	241	90	65	75	25	152	114	117
S 50	5050	125	362	267	110	68	84	25	187	127	152

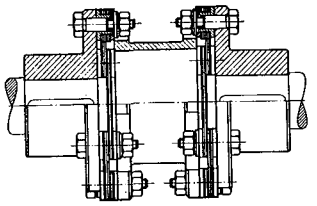


Giunti "ARPEX" completamente in acciaio, senza gioco torsionale

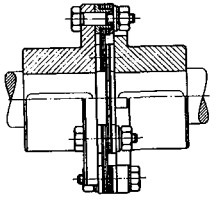
Ditta Flender - Cigala S.p.a. Via Porpora 147 - 20131 Milano
Tel. 02/2895151 Tlx. 311527 Fax 02/2840082

I giunti ARPEX vengono applicati ovunque sia necessario trasmettere il Mt (da 4 a 8100000 Nm) con sicurezza, anche in presenza di disassamento degli alberi.
Non sono soggetti ad usura e non richiedono manutensione.

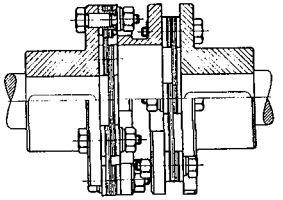
Gli elementi elastici sono in acciaio inox in blocco unico, privo di gioco torsionale in ambo i sensi di rotazione.
Temperature fino a 280°C.
Ampia possibilità di combinazioni in 56 grandezze.



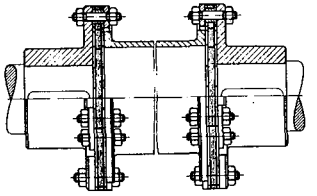
Standard tipo NEN



Standard tipo NN



Standard tipo NON

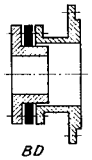


Pesante tipo NHN

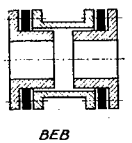
Tipo di giunto	Grandezza Ø	Velocità giri/min	Momento torc. Nm
Standard	80 ÷ 820	10700 ÷ 1050	30 ÷ 135000
Pesante	575 ÷ 2400	1650 ÷ 400	81000 ÷ 8100000
Miniatura	38 ÷ 62	35000 ÷ 22000	5 ÷ 25

Per tutte le quote di montaggio, i pesi, i momenti d'inerzia e per tutte le varie combinazioni possibili, chiedere il catalogo K 430 alla Ditta fornitrice, Flender - Cigala.

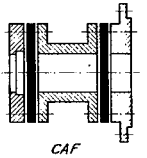
Alcuni esempi di combinazioni



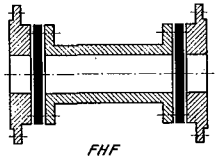
BD



BEB



CAF

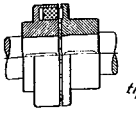


FHF

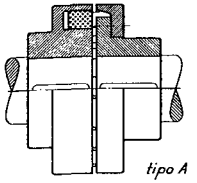
Giunti elastici "N - EUPEX"

Ditta Flender - Cigala S.p.a. Via Porpora 147 - 20131 Milano
Tel. 02/2895151 Tlx. 311527 Fax 02/2840082

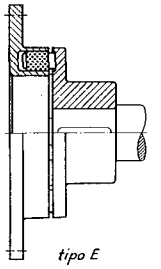
Per una perfetta trasmissione di potenza con l'assorbimento di urti, vibrazioni, disassamenti. Eliminano anche le risonanze causate da vibrazioni torsionali. Sono costruiti, in dimensioni minime, poco peso e basso momento d'inerzia in otto tipi diversi (B,A,E,D,M,O P,H) per momenti torcenti da 19 a 62000 Nm.



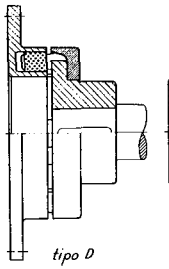
tipo B



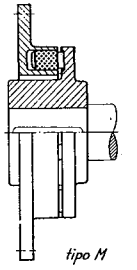
tipo A



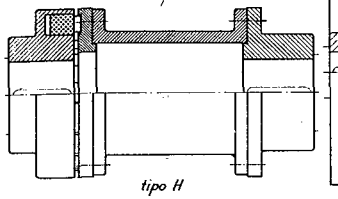
tipo E



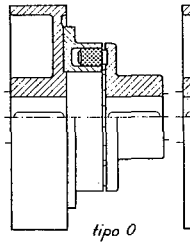
tipo D



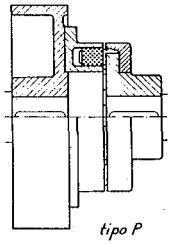
tipo M



tipo H



tipo O



tipo P

Esecuzione	Tipo	Grandezza	Velocità giri/min	Potenza nom. PN (kW) / n (g/min)	Momento torcente Nm	Grandezze pronte a stock
2 pezzi	B	55÷280	5000÷2450	0,002÷0,41	19÷3900	tutte
3 pezzi	A	110÷710	5000÷950	0,017÷6,5	160÷62000	tutte
Attacco flangia 2p.	E	68÷280	5000÷2200	0,0036÷0,41	34÷3900	tutte
Attacco flangia 3p.	D	110÷520	5000÷1250	0,017÷2,2	160÷21200	tutte
Attacco flangia 2p.	M	68÷400	5000÷2000	0,0036÷1,1	34÷10300	125 280
Fascia freno 3p.	O	125÷280	3400÷1100	0,025÷0,41	240÷3900	tutte
Fascia freno 4p.	P	125÷350	3400÷950	0,025÷0,81	240÷7700	125 280
Spaziatore	H	80÷250	5000÷2750	0,0063÷0,29	60÷2800	tutte

Serie delle grandezze: 58-68-80-95-110-125-140-160-180- 200- 225-250-280-315-350-400-440-480- 520-560-610-660-710.
La serie delle grandezze corrisponde al diametro esterno dei giunti. La flangia di attacco (tipi E,D e M) e la fascia freno (tipi O e P) sono di diametro naturalmente maggiore. Per la scelta e la determinazione delle grandezza del giunto richiedere alla Ditta il catalogo K 420.

Giunti autoallineanti a denti arcuati e bombati "Bowex"

Rappr. per l'Italia - Mondial S.p.a. Via Keplero 18 Milano (02)66810.1

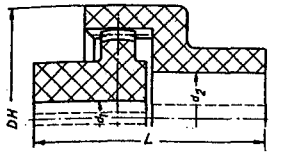
Accoppiamenti flessibili in senso radiale, assiale e angolare. La dentatura arcuata e bombata evita forzamenti angolari nel trasmettere il Mt se i valori del disallineamento sono quelli ammissibili, per cui i giunti Bowex lavorano quasi senza usura. L'accoppiamento acciaio-poliammide, con favorevoli condizioni di attrito evita la manutenzione. Piccola massa di inerzia, alto grado di efficacia, piccole forze di richiamo per scostamenti assiali, trascurabili, per l'effetto cardanico doppio del giunto che evita anche le oscillazioni periodiche della velocità angolare. Peso ridotto, minimo ingombro per applicazioni compatte. Temp. di esercizio continuo + 80 con brevi punte a +120°C - Scelta o dimensionamento del giunto in funzione del Mt.
Il giunto deve essere scelto in modo che la coppia max del motore non superi il Mt di punta ammissibile del giunto. Il Mt normale, indicato per i giunti Bowex contiene, quale protezione contro coppie di andamento irregolare con sovraccarichi istantanei, un fattore di sicurezza 3.

Tipo		Potenza $\frac{N}{n}$ (kW / giri/min) normale	Potenza di punta	Mom. torc. Mt (daNm) normale	Mom. torc. punta	Num. giri min max	Foro senza	Foro d'invito	Escursione max assiale	Escursione max angolare mm	Escursione max angolare gradi
Junior innes.	J14	0,0005	0,0010	0,5	1	6000	-	-	± 1	-	± 1
	J19	0,0008	0,0016	0,8	1,6	6000	-	-			
	J24	0,0012	0,0024	1,2	2,4	6000	-	-			
Junior M	JM-14	0,0005	0,0010	0,5	1	6000	-	-	± 1	± 0,3	± 1
	JM-19	0,0008	0,0016	0,8	1,6	6000	-	-		± 0,3	
	JM-24	0,0012	0,0024	1,2	2,4	6000	-	-		± 0,4	
M e I	M-14	0,0010	0,0020	1	2	14000	x	-	± 1	± 0,3	± 1
	M-19	0,0016	0,0032	1,6	3,2	11800	x	10		± 0,3	
	M-24	0,0020	0,0040	2	4	10600	x	10		± 0,4	
	M-28	0,0046	0,0052	4,5	9	8500	x	10		± 0,4	
	M-32	0,0061	0,012	6	12	7500	x	12		± 0,4	
	M-38	0,0082	0,016	8	16	6700	x	12		± 0,4	
	M-42	0,010	0,020	10	20	6000	x	15		± 0,4	
	M-48	0,014	0,028	14	28	5600	x	15		± 0,4	
	M-65	0,039	0,078	38	76	4000	-	15		± 0,6	
	I-80	0,972	0,14	70	140	3150	-	25		± 0,7	
	I-100	0,12	0,24	120	240	3000	-	35		± 0,8	
	I-125	0,26	0,52	250	500	2120	-	45		± 1,1	
AS-Special I SG-SSR-SD	24	0,0020	0,0040	2	4	9500	x	10	± 1 *	± 0,4*	± 1*
	28	0,0046	0,0092	4,5	9	8000	x	10		± 0,4*	
	32	0,0082	0,016	8	16	6700	x	12		± 0,4*	
	45	0,014	0,028	14	28	5600	x	15		± 0,4*	
	65	0,039	0,078	38	76	4000	-	15		± 0,6*	
	80	0,072	0,14	70	140	3150	-	25		± 0,7*	
	100	0,12	0,24	120	240	3000	-	35		± 0,8*	
	125	0,26	0,52	250	500	2120	-	45		± 1,1*	
FLE	28	0,008	0,015	7,5	15	6000	x	10	± 1	-	-
	32	0,014	0,028	13,5	27	6000	x	12			
	42	0,017	0,035	17	34	5000	x	15	± 2		
	48	0,025	0,049	24	48	5000	x	15			
	65	0,067	0,13	65	130	3600	-	15			
	80	0,12	0,25	120	240	3000	-	25			
	100	0,21	0,42	205	410	2500	-	35			
	125	0,44	0,87	425	850	2500	-	45		* escl. SD	

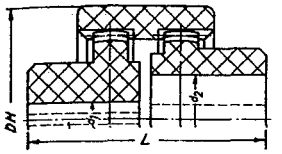
segue

segue: Giunti autoallineanti a denti arcuati e bombati "Bowex"

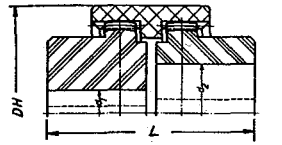
resina poliammidica
acciaio



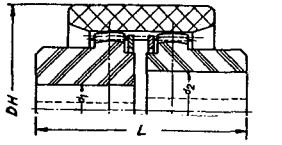
Junior a innesto (in 2 parti)



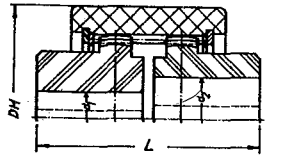
Junior-M (in 3 parti mat.pl.)



Standard (esecuzione M)



Standard (esecuzione I)

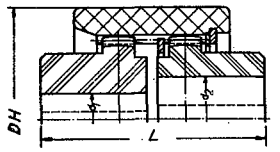
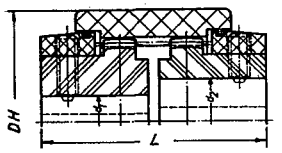
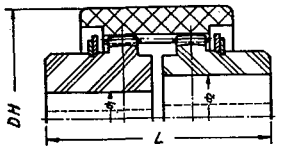
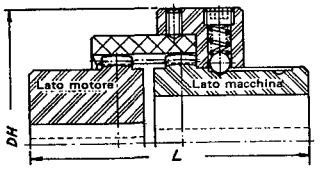
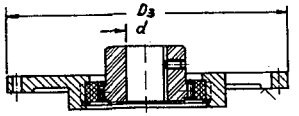


tipo AS (rond.di ras.e Seeg.)

Designazione	Dimensioni (mm) Foro d_1-d_2 min	max	Ø est DH	L	Massa e GD² manic. g	manic. kg cm²	mozzo g	mozzo kg cm²
14	6-14		40	48	28	0,06	13,5	,01
19	8-12		48	52	32	0,16	15,5	,03
	14-19							
24	10-12	10-14	52	54	45	0,08	13,5	,05
	14-16	15-18						
	17-20							
	22-24	19-24						
M-14	6-14		40	50	27	0,08	13,5	,01
M-19	8-12		48	54	34	0,15	15,5	,03
	14-19							
M-24	10-12		52	56	40	0,21	25	,05
	14-16							
	17-20							
	22-24							

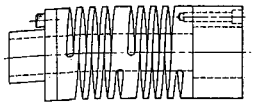
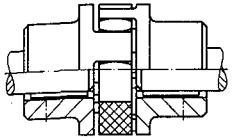
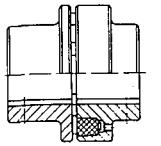
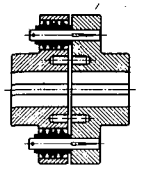
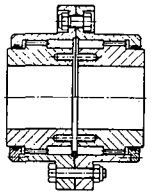
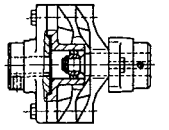
				(insieme) massa g	GD² kgcm²
M-14	6-14	40	50	175	0,26
M-19	8-19	48	54	226	0,47
M-24	10-24	52	56	316	0,93
M-28	10-28	66	84	739	3,09
M-32	12-32	76	84	950	5,48
M-38	14-38	83	84	1220	8,68
M-42	20-42	92	88	1490	14,28
M-48	20-48	100	104	1805	18,34
M-65	25-65	140	144	5182	109,57
I-80	30-80	175	186	11526	370,5
I-100	40-100	210	228	20518	961,2
I-125	50-125	270	290	42759	3287,5
24 AS	10-24	58	56	382	1,1
28 AS	10-28	70	84	821	3,98
32 AS	12-32	84	84	1070	7,09
45 AS	20-45	100	88	1520	16,81
65 AS	25-65	140	144	5440	117,75
80 AS	30-80	175	186	11708	384,8
100AS	40-100	210	228	20786	987,0
125AS	50-125	270	290	43199	3344,6

segue: Giunti autoallineanti a denti arcuati e bombati "Bowex"

Illustrazione	Designazione	Dimensioni (mm) foro d_1 d_2 min max	Ø est DH	L	Massa e GD^2 (insieme) massa g	GD^2 kg cm²
 tipo Special I (doppio Seeger)	I-24	10-24	58	56	373	1,07
	I-28	10-28	70	84	809	3,86
	I-32	12-32	84	84	1055	6,93
	I-45	20-45	100	88	1503	16,46
	I-65	25-65	140	144	5358	115,2
	I-80	30-80	175	186	11617	377,7
	I-100	40-100	210	228	20652	974,1
	I-125	50-125	270	290	42979	3316,1
 tipo SG (con anelli antipolv.)	24-SG	10-24	58	76	472	1,14
	28-SG	10-28	70	84	821	3,84
	32-SG	12-32	84	84	1064	7,04
	45-SG	20-45	100	88	1520	16,59
	65-SG	25-65	140	144	5430	118,15
	80-SG	30-80	175	186	12902	437,3
	100-SG	40-100	210	228	22532	1079,6
	125-SG	50-125	270	290	47269	3732,8
 tipo SSR (Seeger sui mozzi)	24 SSR	10-22	58	56	416	1,16
	28 SSR	10-26	70	84	887	4,16
	32 SSR	12-30	84	84	1156	7,32
	45 SSR	20-42	100	88	1672	17,93
	65 SSR	25-65	140	144	5462	116,53
	80 SSR	30-80	175	186	11868	386,5
	100 SSR	40-100	210	228	20950	991,4
	125 SSR	50-125	270	290	43497	3365
 tipo SD (disinserib. da fermo)	24 SD	10-24	58	80	1213	8,59
	28 SD	10-28	70	99	1817	16,84
	32 SD	12-32	84	99	2287	25,04
	45 SD	20-45	100	106	3185	51,73
	65 SD	25-65	140	144	7374	202,95
	80 SD	30-80	175	186	15796	674,5
	100 SD	40-100	210	228	28235	1751,3
	125 SD	50-125	270	290	59840	6281,3
 tipo FLE (per mot. a comb.int.)		d min max	D_3			
	28 FLE	10-28	215,9			
	32 FLE	12-32				
	42 FLE	20-42	241,3-263,52-314,32			
	48 FLE	20-48				
	65 FLE	25-65	263,52-314,32-352,42 466,72			
	80 FLE	30-80	314,32-352,42-466,72			
	100 FLE	40-100	352,42-466,72			
	125 FLE	50-125	466,72-517,52			

Giunti per trasmissioni

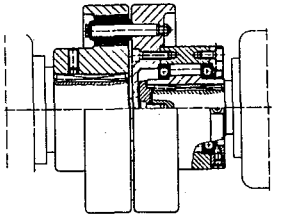
Rappr. Mondial Spa Via Keplero 18 - 20121 Milano tel. (02)66810.1

Chiedere cataloghi Mondial	Denominazione	Ø alb	Ø est.	Pot. trasm.	Materiale
	"Heli-Cal" In un solo pezzo. Flessibili di precisione Varie serie e dimensioni	3÷ 16	20÷ 420	21÷ 2158 Nm	Lega alluminio Acciaio inox
	"Rotex" Giunti elastici Fornibili in varie esecuzioni e dimensioni	4÷ 180	20÷ 420	0,6÷ 4880 Nm	Poliamm. Ghisa Acciaio
	"Roflex" Super elastici. Quando gli alberi da collegare sono molto vicini	8÷ 100	65÷ 280	60÷ 7900 Nm	mozzi: Ghisa tasselli: Perbuna 80 ShoreA
	"Revolex" A pioli con boccola di compressione. Smorzano urti e vibrazioni. 24 dimensioni.	10÷ 800	87÷ 1580	36÷ 698100 Nm	Ghisa Acciaio
	"Moflex" Dentato, autoallineante. Flessibilità radiale, assiale e ang. Disponibili in 30 tipi e 20 grandezze	10÷ 550	116÷ 1030	2÷ 1800 kNm	Acciaio
	"Lamex" A lamelle Rigido senza gioco. 14 tipi e 10 grandezze.	10÷ 90	70÷ 288	10÷ 2200 Nm	flange: Acciaio lamelle: Duoterm

Ruote libere Borg-Warner Divisione Stieber

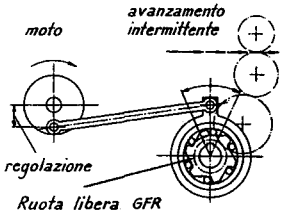
Rappr. per l'Italia: MONDIAL SpA Via Keplero 18 - 20124 Milano
telef. 02-66810.1 - Fax 02-6070968

Le ruote libere Borg-Warner Stieber costituiscono la soluzione più economica e più semplice per molte applicazioni. Offrono dimensioni limitate, silensiosità di funzionamento, possibilità di trasmettere coppie elevate e di variare gli angoli di avanzamento in modo illimitato. Le ruote libere standard possono trasmettere la coppia in una sola direzione per le due alternative:
1° - Trasmettere una coppia.
2° - Funzionamento in folle.
Soddisfacendo le tre funzioni fondamentali di questi dispositivi:
- *Giunti a ruota libera o giunti di avviamento.*
- *Dispositivi per avanzamento intermittenti.*
- *Dispositivi antiritorno.*



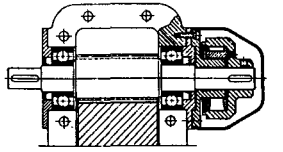
Ruota libera GFR EL-F2

Giunti a ruota libera o giunti di avviamento.
Per la possibilità di funzionare in folle o, come si dice, a ruota libera, l'organo condotto può ruotare più velocemente dell'organo conduttore. Inoltre, escludendo l'organo conduttore, l'organo condotto é libero di continuare a ruotare dopo che l'organo conduttore si é fermato.
- Esempi di applicazione:
Disinseriscono i motorini di avviamento per grossi motori o turbine senza ricorso a giunti meccanici. Impediscono il trascinamento degli alberi dei riduttori nelle trasmissioni a cinghia, ecc.
- Avanzamenti intermittenti
Consiste nel trasmettere una coppia in modo intermittente o da un albero in moto rotatorio continuo oppure nel convertire un movimento lineare alternativo (quello di un pistone ad esempio) in un movimento rotatorio intermittente.
Nel primo caso, l'angolo di avanzamento può essere variato, modificando semplicemente la distanza fra l'asse dell'albero rotante e il punto d'attacco del tirante.



Ruota libera GFR

- Dispositivi antiritorno
Prevengono movimenti di inversione non desiderati consentendo invece completa libertà di rotazione nell'altro senso.
Lo scopo si ottiene, semplicemente, bloccando un elemento della ruota libera in modo tale da consentire la rotazione dell'albero conduttore girando in folle, mentre blocca immediatamente l'albero, se la rotazione avviene in senso inverso.
In qualunque posizione l'albero si fermi, é sicuro il bloccaggio istantaneo dello stesso, quando dovesse tendere a ruotare in senso inverso.



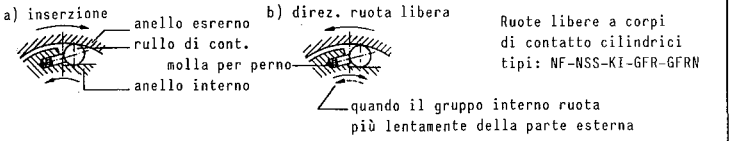
Dispositivo antiritorno RS/BF

segue: Ruote libere Borg - Warner - Divisione Stieber

Serie	Dimensioni mm Ø foro d	Ø est. D	spess. L	Mt da Nm	Imp. come a	b	c	a) = antiritorno b) = giunto di avviamento c) = avanzamento intermittente
KI	4÷10	16÷26	10÷14	0,6÷2,3	•	•	•	Ruote libere MINI.
KK	17÷35	40÷72	12÷17	14÷69	•	•	°	Ruote libere cuscinetti.
NSS	8÷60	24÷110	8÷22	2÷265	•	•	•	Ruote libere leggere.
NFS	8÷80	35÷170	13÷58	6÷1275	•	•	•	Ruote libere medie.
NF	8÷150	37÷320	20÷180	10÷18830	•	•	•	Ruote libere pesanti.
NFR	8÷130	37÷300	20÷180	10÷14510	•	•	•	Ruote libere pesanti autocentranti.
RS/BW	25÷70	106÷161	48÷54	588÷1815	•		°	Dispositivo antiritorno.
RS/BF	25÷150	115÷284	85÷165	68÷4510	•	°		c. s. a distacco centrifugo.
RI	20÷150	90÷400	35÷90	118÷15700	•	°		c. s. ma senza centratura.
RIW	30÷150	100÷400	68÷246	257÷15700	•	°		c. s. con centratura a cuscinetti.
GFR	12÷150	62÷400	42÷246	25÷22550	•	•	•	Ruote libere - Elementi di base.
GFR+ F1-F2	12÷150	85÷485	42÷246	25÷22550	•	•	•	Ruote libere con flange F1 - F2, incorporati in pignoni, ruote, ecc.
GFR+ F2-F3	12÷150	62÷400	42÷246	25÷22550	•		•	Ruote libere con flange F2 - F3, dispositivi per alberi rotanti.
GFR+ F3-F4	12÷150	62÷400	64÷286	25÷22550	•		•	Ruote libere con flange F3 - F4, dispositivi su terminali d'alberi.
GFR+ F2-F7	12÷150	85÷485	44÷248	25÷22550		•		Ruote libere con flange F2 - F7, collegamenti con giunti standard.
GFRN	12÷150	62÷400	42÷246	25÷22550	•	•	•	Ruote libere con linguetta esterna incorporate in pulegge o ingranaggi.
GFRN+ F5-F6	12÷150	70÷412	42÷246	25÷22550		•	•	Ruote libere c. s. con flange F5 - F6, incorporate in pulegge o ingranaggi.
GFR+ EL-F2	15÷150	130÷640	117÷543	39÷35100		•		Ruote libere con flangia F2 e giunto elastico ELCO.
GFR+ EM-F2	12÷150	68÷490	89÷491	16÷24500		•		Ruote libere con flangia F2 e giunto elastico MULTI - MONT.
GFR+ RTX-F2	12÷150	100÷460	109÷566	16÷24500				Ruote libere con flangia F2 e giunto elastico ROTEX.
ETK	10÷60	55÷218	43÷128	14÷113			•	Ruote libere monogiro.
BW	22,225÷ 123,881	38,887÷ 142,880	10÷ 25,4	7,4÷ 574,0	•	•	•	Ruote libere non autocentranti.
BW	37,318÷ 92,914	53,980÷ 109,626	14÷ 19,4	18,4÷ 68,4	•	•	•	Ruote libere autocentranti.

(•) Applicazioni preferibili. (°) Applic. con opportuni accorgimenti.

- Struttura interna -



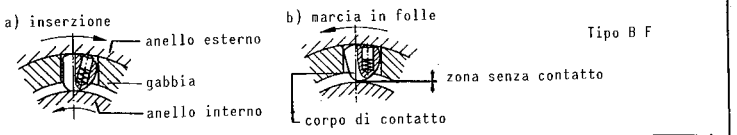
Ruote libere a corpi di contatto cilindrici tipi: NF-NSS-KI-GFR-GFRN

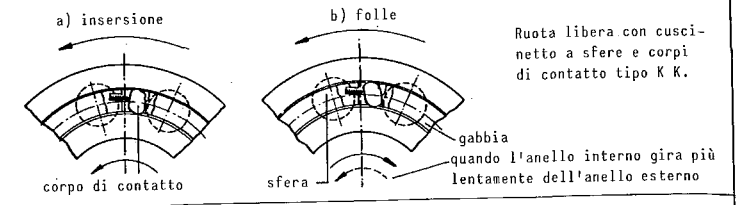
Ruote libere monogiro tipo E T K

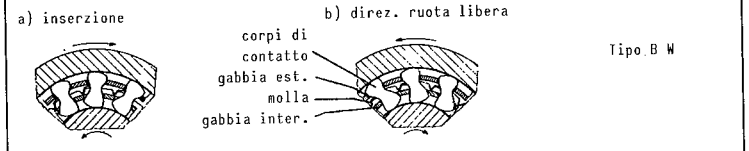
segue

segue: Ruote libere Borg - Warner - Divisione Stieber

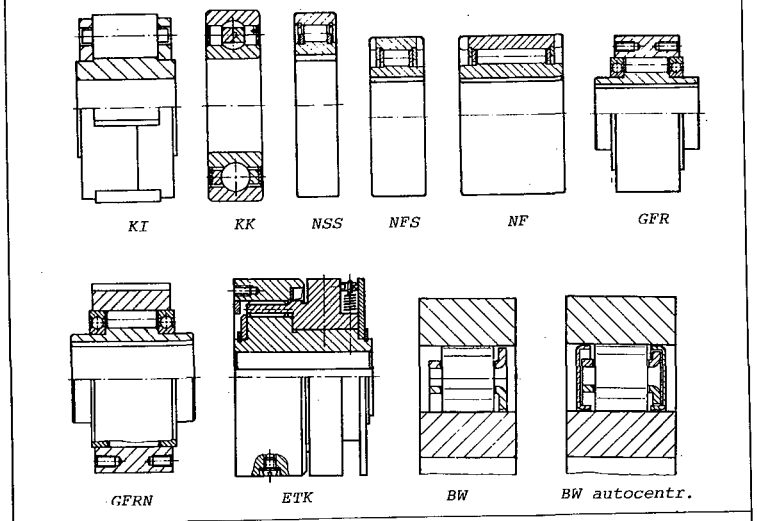
- segue: Struttura interna -







Alcune illustrazioni di ruote libere

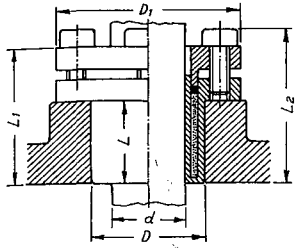


Questi dati sulle ruote libere, sufficienti in fase di progetto, possono essere completati dal catalogo da chiedere alla Mondial .

Bussole autobloccanti E.T.P. collegamenti albero-mozzo

Rappr. Mondial S.p.A. Via Keplero 18 - 20124 Milano

L'anello di compressione, mediante serraggio delle viti, comprime il composto plastico, contenuto nella bussola, contro le pareti della stessa. La bussola si espande su tutta la circonferenza, rendendo solidali albero e mozzo. Elimina lavorazioni e tensioni provocate da collegamenti con linguetta. Permette di variare il posizionamento del mozzo. Il composto plastico non presenta effetti di affaticamento. La tensione della bussola rimane costante, assicurando la trasmissione della coppia torsionale e la resistenza alle spinte assiali indicate in tabella dove: Mcat = minima coppia



trasmessa, considerando una forza assiale = 0. Fcat = minima forza assiale sopportabile considerando una coppia trasmessa = 0. Mserr = = coppia di serraggio delle viti per ottenere Mcat oppure Fcat.

Tolleranze

Per ottenere le coppie indicate in tabella, si applicano le seguenti tolleranze, albero: h8-h6, foro del mozzo: H7.

Temperatura

Influenza sulla coppia: La coppia varia con la temperatura in relazione ai seguenti coefficienti: -30°C 0,45; -20° 0,55; -10° 0,65; 0° 0,75; 10° 0,85; 20° 1; 30° 1,1 40° 1,2; 50° 1,3; 60° 1,4;70° 1,5 Esempio: ETP 30/41-32 a 20° Mn = =340, a 40° M = 1,2x340 = 408 Mn.

Fattori d'esercizio

Per dimensionare collegamenti su gruppi elettromotori moltiplicare la coppia nominale Mn per i seguenti fattori di esercizio S:

Carico	Motori: elettrici	a pistoni	
Costante	1	1,5	(1)
Pulsante	1,5	2,5	(2)
Alternato	2	3	(3)

(1) Generatori, pompe centrifughe trasmissioni a catena. (2) Ventilatori, generatori, pompe centr. (3) Compressori, pompe a pistoni, laminatoi, nastri trasportatori. Esempio: Compressore azionato da motore a pistoni. Fatt. d'esercizio = 3, coppia Mn = 100 Nm: S x Mn = 3x100 = 300 Nm. Occorre scegliere una bussola avente coppia nominale di 300 Nm.

d	D	D_1	L	L_1	L_2	a 20°C Mcat Nm	a 20°C Fcat $N \cdot 10^3$	Viti N°M	Viti Mserr Nm
15	23	36	17	28	32	43	5,7	3	4,5
19	28	45	21	34	39	88	9,3	3	7
20	28	45	27	40	45	125	13,0	3	8
22	32	49	22	35	40	135	11,6	3	8
24	34	49	25	38	43	175	14,4	4	8
25	34	49	27	41	46	195	16,2	4	8
28	39	55	29	43	48	280	19,5	4	8
30	41	57	32	46	51	340	23,1	4	8
32	43	60	34	50	55	410	26,1	4	8
35	47	63	37	53	58	540	31,1	6	8
38	50	65	41	57	62	700	37,4	6	8
40	53	70	43	60	65	800	41,3	6	8
42	55	70	45	62	67	940	45,4	6	8
45	59	77	49	66	72	1180	53,0	6	8
48	62	80	52	70	76	1370	59,9	6	13
50	65	83	53	72	78	1620	64,8	6	13
55	71	88	58	77	83	2110	77,9	8	13
60	77	95	64	85	91	2750	93,6	8	13
65	84	102	68	90	96	3430	108	8	13
70	90	113	72	94	100	4300	124	8	13
75	95	118	85	108	114	5300	153	8	13
80	100	123	90	114	122	6400	173	8	32
85	106	129	95	119	127	7700	164	8	32
90	112	135	100	127	135	9100	216	8	32
95	120	143	105	132	140	10700	239	8	32
100	125	148	110	139	147	12500	264	8	32

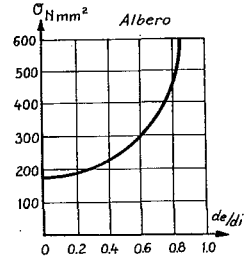
Pressione sulle superfici

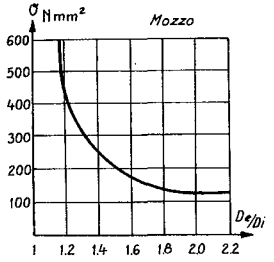
In fase di serraggio delle viti, si origina una pressione sulle superfici che agisce sull'albero e sul mozzo. Serrando maggiormente

segue

segue: Bussole autobloccanti E.T.P. collegamenti albero-mozzo

le viti aumenta la pressione. Quando si raggiunge la quota di serraggio a temperatura ambiente, si hanno le seguenti pressioni superficiali albero-bussola: 90Nmm², bussola-mozzo: 80Nmm². Anche le temp. diverse da 20° modificano le pressioni. La tensione σ é una funzione dello spessore delle pareti e della pressione delle superfici (mozzo ed eventuale albero cavo). A seconda del materiale vengono consigliati i seguenti parametri dello spessore delle pareti De/Di per il mozzo: acciaio pregiato 1,4; acc. normale 1,5; ghisa 2,0; alluminio 2,5. (Valori valevoli fino a 70°C).

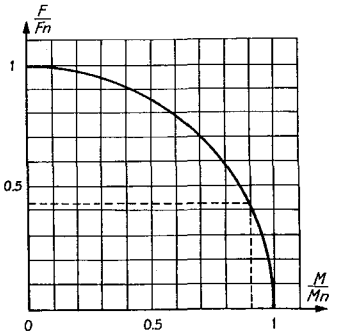




Spinte assiali

Quando il collegamento con bussola debba sopportare coppie torzionali e spinte assiali, la combinazione di coppia assiale trasmissibile risulta dal diagramma.

In presenza di carichi alternati o pulsanti bisogna considerare questi valori max calcolando F o M in fase di dimensionamento. I valori della curva sono da impiegare per calcoli approssimativi.



Valori più precisi si rilevano dalle seguenti equivalenze:

$$\left(\frac{F}{Fn}\right)^2 + \left(\frac{M}{Mn}\right)^2 = 1$$

$$M = Mn\cdot\sqrt{1-\left(\frac{F}{Fn}\right)^2}\ ;\quad F = Fn\cdot\sqrt{1-\left(\frac{M}{Mn}\right)^2}$$

dove: F = spinta assiale trasmis.
Fn = spinta assiale nominale
M = coppia trasmissibile
Mn = coppia nominale

Esempio: La bussola ETP 30/41-32 viene caricata con una spinta assiale F = 10000 N. I fattori d'urto per coppia e spinta assiale vengono stabiliti in 1,7 e 1.

Fn (da tabella) = 23100 N

$$M = \frac{340}{1,7}\sqrt{1-\left(\frac{10000}{23100}\right)^2} = 182\ N.$$

Confrontando il calcolo in base al diagramma:

$\frac{F}{Fn} = \frac{10000}{23100} = 0,43.$ Leggendo $\frac{M}{Mn} =$ $= 0,9$ si ottiene $M = \frac{0,9 \times 340}{1,7} = 180N$

Designazione di una bussola

sigla ETP, dimensioni d, D e L.

Esempio per d = 15, D= 23, L= 17:

ETP-15/23-17

Per maggiori informazioni circa la utilizzazione delle bussole ETP, chiedere il relativo catalogo alla Ditta Mondial. Le bussole ETP sono costruite in Svezia dalla F.F.V. Industriprodukter AB.

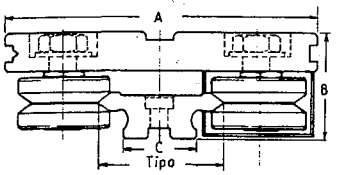
Sistemi di guida lineari

Rappr. Mondial Spa Via Keplero 18 - 20124 Milano tel.(02)66810.1

Sistemi lineari di guida "Hepco" Unità fornibili pre-assemblate in 4 grandezze (12-25-44-76) e in parti singole per diverse soluzioni di progetto. Barre di guida (acc. 52100, dur. 58-62 HRC, finitura 0,4 Ra, parall. 0,013 mm/m) lungh. fino a 4 m e oltre tramite accoppiamento. Cuscinetti con perni corti (piastre standard), lunghi (per altre soluzioni), per fori non passanti (mancanza di accesso di fissaggio) concentrici ed eccentrici (con piastra base) regolazione sull'esagono centrale o su quello incassato, per ottenere precarichi con coeff. di attrito da 0,005 a 0,02 µm.

piastre carrello in lega di alluminio (minima inerzia)di alta precisione con foratura standard e per eventuali calotte di protezione. Queste servono per lubrificare e pulire le parti di scorrimento incrementando, carichi, durata e velocità lineare.

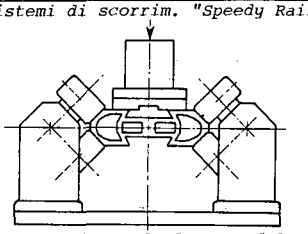
Dimensioni d'ingombro di una unità preassemblata



Tipo	A	B	C	L(guida)
12	40	17,67	8,5	75÷1020
25	80	29,00	15	150÷4020
44	115	38,00	26	150÷4020
76	185	56,50	50	420÷4020

Applicaz. Macchine con porta utensili, per posizionamenti elettronici, per tavole posizionatrici, ecc. Il catalogo Hepco (chiederlo alla TMT gruppo Mondial) illustra esempi di composizione del sistema, applicazioni, regolazioni, dimensioni, calcoli carico/durata e carico non allineato/ribaltante, in piano o verticale, a secco e con lubrificazione, specifiche tecniche e per l'ordinazione.

Sistemi di scorrim. "Speedy Rail"

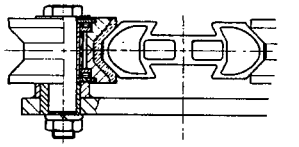


Componenti standard e modulari, per movimenti lineari con possibilità di completarli con movimenti di alza e sposta Mono Beam, blindo Beam, Speedy Lift, tipici delle produzioni industriali automatizzate.

La barra profilata di lega leggera é usabile come elemento mobile oppure come rotaia fissa, secondo le esigenze di progetto. Barre da 3 a 7,50 m, giuntabili per ottenere lunghezze illimitate. Per supporti distanziati di m 1,85 e carico concentrato di 150 daN si é riscontrato una freccia della barra di soli 0,001 m. Minimo ingombro si può ottenere utilizzando supporti compatti monoblocco "Blindo Beam".

Questi sistemi permettono ottime soluzioni anche nei grandi impianti. In una linea di saldatura per auto "robot-gate" lunga 12 m, con 4 carichi laterali di 40 kg ciascuno, si sono realizzati 1300000 cicli di andata e ritorno, equivalenti a 4 anni di lavoro per 16 ore al giorno, 220 giorni lavorativi all'anno, ottenendo eccellenti risultati.

Linea con rotelle singole sagomate



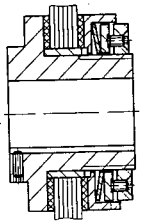
Chiedere cataloghi alla TMT del Gruppo Mondial.

Limitatori di coppia

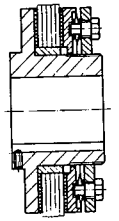
Rappr. Mondial Spa Via Keplero 18 - 20124 Milano tel. (02)66810.1

Limitatori di coppia della Kupplungstechnik GmbH

Sono dispositivi di sicurezza affidabili e di elevata qualità. Vengono utilizzati per proteggere le parti di comando da carichi eccessivi e da urti di coppia che possono danneggiare i vari organi collegati. Tali limitatori trasmettono nel loro funzionamento, la coppia necessaria e slittano quando sovraccaricati

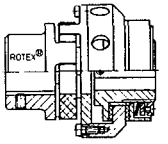


Grandezze 00-5



Grand. 6-8

11 grandezze da 00 a 8. N° dei giri da 10.000 a 1.300. Momenti torcenti da 0,5 a 6.800 Nm. Diametri alberi da 8 a 120 mm. Foro elementi di comando da 21 a 170 mm, con spessori da 2 a 25mm diam. esterni da 30 a 285 mm per largh. da 31 a 115 mm. Applicazioni su macchine: tessili, imballaggio, assemblaggio, utensili, ind. alimentare, lavorazione legno, convogliatori, trasportatori, ecc. Sono possibili applicazioni in combinazione con pignoni per catene, pulegge a gole flange di frizione, ruote dentate e giunti flessibili come mostrato in figura.

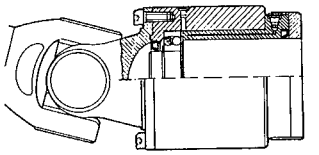


Limitatore di coppia combinato con giunto "Bowex"

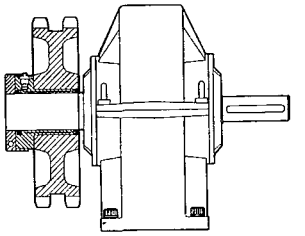
Chiedere catalogo alla Mondial.

Limitatori di coppia "Safeset"

Il giunto di sicurezza Safeset é principalmente un elemento di connessione albero - mozzo. Una camera interna ad anello viene riempita con olio in pressione, in modo da connettere albero e mozzo tramite l'espansione delle pareti. La pressione dell'olio determina il valore della coppia trasmissibile. Quando questo valore viene superato, si genera un movimento relativo tra albero e mozzo.



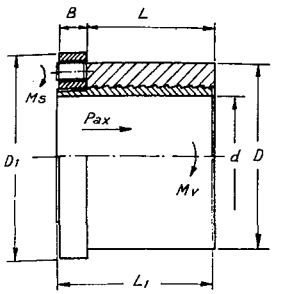
Esempio di applicazione di un giunto limitatore di coppia ad un giunto cardanico. Le ridotte dimensioni del giunto Safeset permettono di montarlo anche sull'albero del giunto cardanico garantendo la massima protezione per la trasmissione.



I giunti Safeset possono essere usati per mozzi di vario tipo come: ruote dentate, pignoni, volani, camme, pulegge, mozzi a flangia, ecc.Elevata capacità di coppia. Peso ed ingombri ridotti rapido montaggio e smontaggio. Ridotti tempi di fermo impianto e dei costi di produzione.

Chiedere catalogo alla Mondial.

Bussola ad espansione S H (RIV-SKF)



Giunto ad attrito costituito da manicotti le cui superfici coniche in contatto, sono provviste di una filettatura a denti di sega e da una ghiera con viti che, spostando assialmente il manicotto esterno su quello interno, provocano il bloccaggio bussola-albero e bussola-mozzo.

L'angolo del cono copre campi di tolleranza albero-mozzo da k11 a k6 e H7 a H11 rispettivamente. Facile montaggio e smontaggio. Assenza di distorsioni. Scarsa influenza delle variazioni di temperatura. Elimina gli inconvenienti delle chiavette, spallamenti,ghiere, spine, viti di bloccaggio e simili. In presenza di urti, il carico trasmissibile si riduce dividendolo per il fattore fd della tabella seguente:

Potenza trasmessa da	Tipo di carico sulla macchina che riceve il moto		
	Gruppo 1 carico uniforme	Gruppo 2 car. con urti moderati	Gruppo 3 car. con urti notevoli
Motori elettr. Turbine	1-1,25	1,25-1,5	1,5-1,75
Mot. alternat. a più cilindri	1,25-1,5	1,5-1,75	1,75-2
Mot. alternat. monocilindrici	1,75-2	2-2,25	2,25-3

Gruppo 1 - Carico uniforme: Generatori elettrici, pompe centrifughe, ventilatori, trasportatori leggeri, turbo compressori, agitatori.

Gruppo 2 - Carichi con urti moderati: Compress. alternativi, piccole pompe a pistoni, macchine utensili per metallo, per imballo, da legno.

Gruppo 3 - Carico con urti notevoli: Presse ad eccentrico, imbutitrici, pialle per metallo, grandi compressori alternativi, macchinario di sollevamento per impiego intensivo.

Dimensioni						Viti di bloccaggio		Coppia serrag.	Coppia max(Mv)	Forza assiale
d	D	D1	L	L1	B	N°	tipo	(Ms)Nm	Nm	(Pax)kN
mm										
19	42	49	27	36	9	4	M6	9	170	18
20	42	49	27	36	9	4	M6	9	180	18
22	42	49	27	36	9	4	M6	9	200	18
24	46	53	27	37	10	6	M6	9	325	27
25	46	53	27	37	10	6	M6	9	340	27
28	55	63	32	44	12	4	M8	18	490	35
30	55	63	32	44	12	4	M8	18	525	35
32	60	68	37	49	12	5	M8	18	650	41
35	60	68	37	49	12	5	M8	18	720	41
38	67	76	45	57	12	6	M8	18	950	50
40	67	76	45	57	12	6	M8	18	1000	50
42	67	76	45	57	12	6	M8	18	1050	50
45	70	80	50	63	13	7	M8	18	1280	57
48	77	87	55	68,5	13,5	8	M8	18	1560	65
50	77	87	55	68,5	13,5	8	M8	18	1625	65
55	85	94	60	73,5	13,5	9	M8	18	2040	75
60	92	103	65	79,5	14,5	6	M10	40	2250	75
65	100	112	70	87	17	8	M10	40	3250	100
70	105	118	75	92,5	17,5	10	M10	40	4400	125

segue

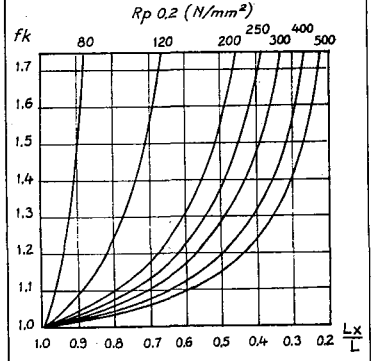
segue: Bussole ad espansione S H (RIV-SKF)

continua Tabella dalla pagina precedente.

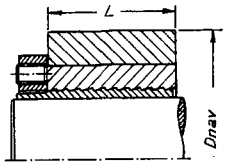
Dimensioni d	D	D_1	L	L_1	B	Viti di bloccaggio N°	tipo	Coppia serrag. (Ms) Nm	Coppia max (Mv) Nm	Forza assiale (Pax) kN
mm										
75	110	124	85	102	17	10	M10	40	4750	125
80	120	135	90	111	21	8	M12	65	6000	150
85	125	140	95	116,5	21,5	10	M12	65	8000	186
90	135	150	100	123,5	23,5	12	M12	65	10000	224
95	140	155	105	127,5	22,5	12	M12	65	10600	224
100	140	155	110	132,5	22,5	12	M12	65	11200	224

Proporzionamento del mozzo: Dnav (mm)

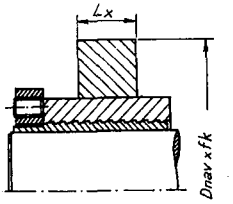
Design. d	Py N/mm²	Rp 0,2 (N/mm²) 80	120	200	250	300	400	500
19-20-22	42	77	61	52	50	49	47	46
24-25	58	118	79	62	59	56	53	52
28-30	66	185	103	78	72	69	65	63
32	60	164	105	82	77	74	70	68
35	61	169	106	83	77	74	70	68
38-40-42	54	155	110	89	84	81	77	75
45	53	159	114	92	87	84	80	78
48-50	50	164	121	100	95	91	88	85
55	48	173	131	109	103	100	96	94
60	33	143	122	109	105	103	100	98
65	37	168	139	121	117	114	110	108
70	41	189	152	130	125	121	117	114
75	35	176	149	131	127	124	120	118
80	39	208	170	147	141	137	133	130
85	44	236	185	157	150	145	140	137
90	46	265	204	172	163	158	152	148
95	42	255	204	174	166	162	156	153
100	40	246	200	172	165	161	155	152



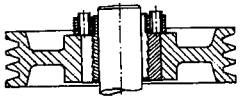
Esempi di designazione:
Bussola con d = 20 mm (con manicotto esterno scanalato: SHT 20.
idem manic. non scanal.: SHR 20.



Dnav = diametro esterno del mozzo quando la sua larghezza é L (larghezza della bussola).

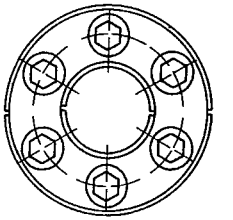


Lx = larghezza del mozzo.
fk = fattore maggiorativo di Dnav quando Lx é minore di L.
py = pressione di forzamento bussola-mozzo.
Rp 0,2 = tensione di snervam. del materiale costituente il mozzo.
Applicazioni - Ingranaggi, camme, pignoni di catena, giunti elastici, ecc. Elementi di spessore limitato possono essere saldati direttamente sul manicotto esterno.

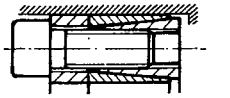


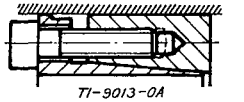
Calettatori T. I.

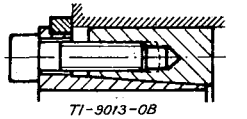
Tecnologie Industriali (T.I.) S.p.a. Via Mauro Macchi 27 Milano

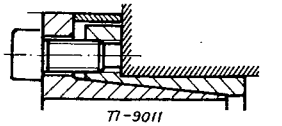


Calcolazione semplice, tutti i dati necessari alla loro applicazione sono riportati nelle tabelle tecniche e dimensionali. Economicità per le loro sedi; é necessaria la sola tornitura e quindi massimo risparmio. Nessun gioco, montaggio e smontaggio semplice e rapido, nessun aggiustaggio. Elevata resistenza agli urti. Indicati per accoppiamenti sottoposti a torsione alternata continua. Nessuna rottura per intaglio. Possibilità di ridurre la sezione dell'albero dal 15 al 20%.
Serie calettatori TI-9000: 9009, riducono al minimo la guida di centraggio, indicato per mozzi lunghi e Ø larghi. 9011, ingombri minimi, buona concentricità, Mt trasmissibili medi. 9013, concentricità da 2 a 5 µm, Mt elevati, uniformità di pressioni sull'albero e sul mozzo. Il tipo OB permette un perfetto posizionamento del mozzo. 9014 S, Mt elevatissimi, resistente a sollecitazioni elevate.


TI-9009


TI-9013-OA


TI-9013-OB


TI-9011

TI-9014-S

Tipo TI	gamma	dimens. mm Øi d	Øe D	sp. B	coppia viti MA (Nm) min	max	Mom. torc. e For. ass. tra. Mt (kNm) min	max	Fax (kN) min	max	Ø ester. mozzo DN (mm) (Re 0,2 max)
9009	da	18	40	18,5	9,81	15,7	0,118	0,186	12,26	19,61	48-155 (p'min)
	a	100	138	38	49,0	78,5	5,217	8,336	98,07	156,9	49-166 (p'max)
9011	da	18	26	38	16,67		0,127		22,55		33
	a	240	280	156	348,1		106,9		784,5		294
9013	da	20	47	42	9,81	16,7	0,255	0,441	25,5	44,1	54-587 (p'min)
OA	a	400	495	146	510	912	294	528	1471	2638	60-679 (p'max)
9013	da	20	47	42	12,7	16,7	0,274	0,353	27,5	35,3	54-600 (p'min)
OB	a	400	495	146	667	912	324	441	1618	2206	57-646 (p'max)
9014	da	30	55	54	16,67		1,55		88,26		71
S	a	420	515	238	912		1079		5197		710

Sequenza dimensioni per alberi (d) e applicazioni
18-19-20-22-24-25-28-30-32-35-36-38-40-42-45-48-50÷100(5in5), 110÷200(10in10), 220÷240(20in20).
Calettatori adatti per costruzione di macchine: utensili, tessili per cartiere, materie plastiche, edili, del legno, per industria: chimica, alimentare, dell'auto, dell'acciaio, del movimento terra Turbine, volani, flange, ingranaggi, ecc. Richiedere catalogo alla Ditta Tecnologie Industriali.

Calettamenti sistema Ringfeder

Licenzataria di fabbricazione per l'Italia
Tecnologie Industriali S.p.A. Via Mauro Macchi 27 Milano

Unità di serraggio Ringfeder RfN 7012

Le unità di serraggio Ringfeder garantiscono il raggiungimento dei dati relativi alle coppie e spinte assiali trasmissibili nei collegamenti esposti a sollecitazioni statiche, pulsanti, dinamiche o d'urto purché non vengano oltrepassati i valori ammissibili.

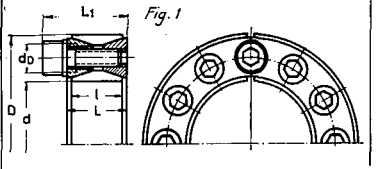


Fig. 1

Mt = coppia trasmissibile.
Pax = spinta assiale trasmissib.
p = pressione superficiale fra unità e albero.
p' = c. s. fra unità e mozzo.
MA = coppia di serraggio per ogni vite.

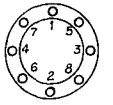
Dimensioni dxD	L (mm)	l (mm)	L_1 (mm)	Coppia spinta assiale Mt oppure Pax kNm	kN	Pressione superfic. p N/mm²	p' N/mm²	Viti di serragg. UNI 5931-12.9 N°	M	MA Nm	dD fil. M	Peso kg
20x47	20	17	27,5	0,265	26,5	206	88	8	6x18	13,7	8	0,24
22x47	20	17	27,5	0,294	26,5	191	88	8	6x18	13,7	8	0,23
24x50	20	17	27,5	0,353	29,8	191	93	9	6x18	13,7	8	0,26
25x50	20	17	27,5	0,373	29,8	186	93	9	6x18	13,7	8	0,25
28x55	20	17	27,5	0,461	32,9	181	93	10	6x18	13,7	8	0,3
30x55	20	17	27,5	0,490	32,7	172	93	10	6x18	13,7	8	0,29
35x60	20	17	27,5	0,686	39,2	176	103	12	6x18	13,7	8	0,32
40x65	20	17	27,5	0,902	45,1	176	108	14	6x18	13,7	8	0,34
45x75	24	20	33,5	1,579	70,6	206	123	12	8x22	34,3	10	0,57
50x80	24	20	33,5	1,736	69,6	186	113	12	8x22	34,3	10	0,6
55x85	24	20	33,5	2,226	81,4	196	127	14	8x22	34,3	10	0,63
60x90	24	20	33,5	2,422	81,4	176	118	14	8x22	34,3	10	0,69
65x95	24	20	33,5	2,981	91,2	186	127	16	8x22	34,3	10	0,73
70x110	28	24	39,5	4,511	129,4	206	127	14	10x25	68,6	12	1,26
75x115	28	24	39,5	4,805	128,5	191	123	14	10x25	68,6	12	1,33
80x120	28	24	39,5	5,099	128,5	176	118	14	10x25	68,6	12	1,4
85x125	28	24	39,5	6,178	145,1	191	127	16	10x25	68,6	12	1,49
90x130	28	24	39,5	6,472	144,1	176	123	16	10x25	68,6	12	1,53
95x135	28	24	39,5	7,747	163,8	191	132	18	10x25	68,6	12	1,62
100x145	33	26	47	9,414	188,3	191	132	14	12x30	123	16	2,01
110x155	33	26	47	10,30	187,3	176	123	14	12x30	123	16	2,15
120x165	33	26	47	12,85	213,8	181	132	16	12x30	123	16	2,35
130x180	38	34	52	17,26	266,7	162	113	20	12x35	123	16	3,51
140x190	38	34	52	20,50	292,2	162	123	22	12x35	123	16	3,85
150x200	38	34	52	23,73	318	167	123	24	12x35	123	16	4,07
160x210	38	34	52	27,46	343	167	127	26	12x35	123	16	4,3
170x225	44	38	60	32,16	378	157	118	22	14x40	186	18	5,78
180x235	44	38	60	37,07	412	162	123	24	14x40	186	18	6,05
190x250	52	46	68	45,60	480	147	113	28	14x45	186	18	8,25
200x260	52	46	68	51,48	515	147	113	30	14x45	186	18	8,65
220x285	56	50	74	66,68	608	147	113	26	16x50	289	20	11,22
240x305	56	50	74	83,85	701	157	123	30	16x50	289	20	12,2
260x325	56	50	74	102,0	785	162	127	34	16x50	289	20	13,2
280x355	66	60	86,5	125,5	897	142	113	32	18x60	397	22	19,2
300x375	66	60	86,5	150,0	1000	147	118	36	18x60	397	22	20,5

segue

Calettamenti sistema Ringfeder

Dimensioni dxD	L (mm)	l (mm)	L_1 (mm)	Coppia spinta assiale Mt oppure Pax kNm	kN	Pressione superfic. p N/mm²	p' N/mm²	Viti di serrag. UNI 5931-12.9 N°	M	MA Nm	dD fil M	Peso kg
320x405	78	72	100,5	206	1285	147	118	36	20x70	569	24	29,6
340x425	78	72	100,5	220	1285	142	113	36	20x70	569	24	31,1
360x455	90	84	116	288	1588	142	113	36	22x80	765	24	42,2
380x475	90	84	116	302	1589	132	108	36	22x80	765	27	44
400x495	90	84	116	316	1579	127	103	36	22x80	765	27	46
420x515	90	84	116	367	1746	132	108	40	22x80	765	27	50
440x545	102	96	130	446	2020	127	103	40	24x90	981	30	64,6
460x565	102	96	130	461	2001	123	98	40	24x90	981	30	67,4
480x585	102	96	130	505	2118	123	98	42	24x90	981	30	71
500x605	102	96	130	549	2197	123	98	44	24x90	981	30	72,6

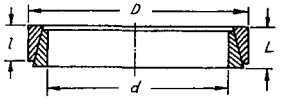
Seguono misure di Unità RfN 7012 per d = 520 a 1000 (scal. 20 in 20).



Per ottenere la coppia di serraggio (MA) richiesta, usare una chiave dinamometrica con seguenza di avvitamento come indicato in figura. dD = filetto ausiliario (sotto le tre viti cadmiate) per estrattori (se necessario). I valori di Mt, Pax, p e p' valgono per montaggio con olio. Per montaggio a secco, Mt e Pax sono > del 14,5%, p e p' < del 9%. Montando in serie più unità, Mt sarà approssimativamente il rispettivo valore multiplo intero.
Tolleranze (a titolo orientativo) Albero: comprese fra k11 e h11. Mozzo: comprese fra N11 e H11. Superfici albero e mozzo: Ra ≤ 3 µm.

Elementi di serraggio sistema Ringfeder RfN 8006

Licenziataria di fabbricaz. per l'Italia: Tecnologie Industriali S.p.A. Via Mauro Macchi 27 Milano



Dimensioni dxD	L (mm)	l (mm)	Ft cm²	Po kN	Pa' val. per p 98N/mm² kN	Mt opp. Pax Nm.	kN	x 1 (mm)	2	3	4	Peso dag	Particolari d_1 (mm)	D_1
6x9	4,5	3,7	0,6	-	3,18	2,118	0,706	2	2	3	3	0,118		
7x10	4,5	3,7	0,7	-	3,71	2,883	0,824	2	2	3	3	0,136		
8x11	4,5	3,7	0,8	-	4,22	3,766	0,941	2	2	3	3	0,151		
9x12	4,5	3,7	1,05	7,45	5,59	5,59	1,24	2	2	3	3	0,166		
10x13	4,5	3,7	1,16	6,81	6,18	6,86	1,37	2	2	3	3	0,182		
12x15	4,5	3,7	1,39	6,81	7,35	9,81	1,64	2	2	3	3	0,214	d+0,1	D-0,1
13x16	4,5	3,7	1,51	6,32	7,99	11,57	1,77	2	2	3	3	0,226		
14x18	6,3	5,3	2,33	11	12,36	19,22	2,75	3	3	4	5	0,487		
15x19	6,3	5,3	2,50	10,54	13,24	22,06	2,94	3	3	4	5	0,526		
16x20	6,3	5,3	2,66	9,90	14,12	25,01	3,13	3	3	4	5	0,545		
17x21	6,3	5,3	2,83	9,36	15,00	28,34	3,33	3	3	4	5	0,58		
18x22	6,3	5,3	3,00	8,92	15,89	31,77	3,53	3	3	4	5	0,612		
19x24	6,3	5,3	3,16	12,36	16,77	35,30	3,72	3	3	4	5	0,782		
20x25	6,3	5,3	3,33	11,82	17,65	39,23	3,92	3	3	4	5	0,817		
22x26	6,3	5,3	3,66	8,87	19,42	47,07	4,31	3	3	4	5	0,724		
24x28	6,3	5,3	4,00	8,19	21,18	56,88	4,71	3	3	4	5	0,792	d+0,2	D-0,2
25x30	6,3	5,3	4,16	8,71	22,06	60,80	4,90	3	3	4	5	1,01		
28x32	6,3	5,3	4,66	7,26	24,71	76,49	5,49	3	3	4	5	0,918		
30x35	6,3	5,3	4,99	8,34	26,48	88,26	5,88	3	3	4	5	1,2		

segue

Calettamenti sistema Ringfeder

segue: Elementi RfN 8006

Dimensioni dxD	L	l	Ft	Po	PA' val. per p 98N/mm²	Mt opp.	Pax	x 1	x 2	x 3	x 4	Peso	Part. serr. d	Part. serr. D
mm	mm	mm	cm²	kN	kN	kNm	kN	mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm
32x36	6,3	5,3	5,33	7,70	28,2	0,1	6,28	3	3	4	5	0,01		
35x40	7	6	6,59	9,90	34,9	0,135	7,75	3	3	4	5	0,017		
36x42	7	6	6,78	11,38	35,9	0,144	8,04	3	3	4	5	0,02		
38x44	7	6	7,16	10,79	37,9	0,160	8,43	3	3	4	5	0,021		
40x45	8	6,6	8,29	13,53	44,1	0,195	9,76	3	4	5	6	0,023		
42x48	8	6,6	8,70	15,30	46,1	0,215	10,2	3	4	5	6	0,028		
45x52	10	8,6	12,1	27,65	64,7	0,322	14,3	3	4	5	6	0,042	d+0,2	D-0,2
48x55	10	8,6	13	24,12	68,6	0,366	15,3	3	4	5	6	0,045		
50x57	10	8,6	13,5	23,05	71,6	0,397	15,9	3	4	5	6	0,047		
55x62	10	8,6	14,9	21,38	78,5	0,481	17,5	3	4	5	6	0,05		
56x64	12	10,4	18,3	28,83	97,1	0,603	21,6	3	4	5	7	0,067		
60x68	12	10,4	19,6	26,87	104	0,691	23	3	4	5	7	0,072		
63x71	12	10,4	20,6	25,79	109	0,765	24,3	3	4	5	7	0,077		
65x73	12	10,4	21,2	24,91	113	0,814	25,1	3	4	5	7	0,079		
70x79	14	12,2	26,8	30,40	142	1,10	31,4	3	5	6	7	0,111		
71x80	14	12,2	27,2	30,40	144	1,14	32	3	5	6	7	0,113		
75x84	14	12,2	28,7	33,93	152	1,26	33,7	3	5	6	7	0,12		
80x91	17	15	37,7	47,07	199	1,77	44,1	4	5	6	8	0,188		
85x96	17	15	40	44,72	212	2	47,1	4	5	6	8	0,2	d+0,3	D-0,3
90x101	17	15	42,4	42,56	225	2,25	50	4	5	6	8	0,216		
95x106	17	15	44,8	40,40	237	2,50	53	4	5	6	8	0,224		
100x114	21	18,7	58,7	59,53	311	3,45	68,6	4	6	7	9	0,38		
110x124	21	18,7	64,6	64,72	342	4,17	75,5	4	6	7	9	0,41		
120x134	21	18,7	70,5	59,04	373	4,95	82,4	4	6	7	9	0,452		
130x148	28	25,3	103	94,34	547	7.89	122	5	7	9	11	0,847		
140x158	28	25,3	111	87,28	588	9,17	131	5	7	9	11	0,91	d+0,4	D-0,4
150x168	28	25,3	119	82,87	631	10,5	140	5	7	9	11	0,967		
160x178	28	25,3	127	76,98	673	12	150	5	7	9	11	1,023		
170x191	33	30	160	115	848	16	188	6	8	10	12	1,5		
180x201	33	30	170	109	898	17,9	200	6	8	10	12	1,58	d+0,5	D-0,5
190x211	33	30	179	103	947	20	210	6	8	10	12	1,68		
200x224	38	34,8	219	131	1157	25,7	257	6	8	11	13	2,32		
210x234	38	34,8	229	125	1215	28,3	270	6	8	11	13	2,45		
220x244	38	34,8	240	120	1273	31,1	282	6	8	11	13	2,49	d+0,6	D-0,6
230x257	43	39,5	285	162	1510	38,6	335	6	9	12	14	3,38		
240x267	43	39,5	298	154	1579	42,2	351	6	9	12	14	3,52		
250x280	48	44	347	186	1834	51	407	7	10	13	16	4,68		
260x290	48	44	361	178	1912	55,4	427	7	10	13	16	4,82		
270x300	48	44	375	174	1991	59,8	441	7	10	13	16	4,94	d+0,8	D-0,8
280x313	53	49	431	202	2285	71,1	510	7	11	14	17	6,27		
290x323	53	49	446	218	2363	76	525	7	11	14	17	6,5		
300x333	53	49	462	210	2442	81,4	544	7	11	14	17	6,74		
320x360	65	59	593	286	3138	112	696	10	15	20	25	10,9		
340x380	65	59	630	267	3334	126	740	10	15	20	25	11,5		
360x400	65	59	667	253	3530	141	785	10	15	20	25	12,2		
380x420	65	59	704	264	3727	157	829	10	15	20	25	12,8	d+1	D-1
400x440	65	59	742	251	3923	175	873	10	15	20	25	13,5		
420x460	65	59	778	239	4119	192	917	10	15	20	25	14,1		
440x480	65	59	815	229	4315	211	961	10	15	20	25	14,7		

seguono misure di elementi RfN 8006 per d=460-1000mm (scalat.20in20).

segue

Calettamenti sistema Ringfeder

segue: Elementi di serr. RfN 8006

Note esplicative

Ft = superficie di contatto calcolata secondo la formula: Ft=d π l
Po = forza di serraggio approssimativa quando sono osservate le seguenti tolleranze:
albero h 6, foro H 7 (d ≤ di 38)
albero h 8, foro H 8 (d > di 38)
PA' = forza di serraggio necessaria per ottenere una pressione superficiale di 98 N/mm² (senza tenere conto della forza Po).
PA = PA'+Po. Usando anelli tagliati la Po si annulla. In questo caso PA = PA'.
Mt = coppia trasmissibile da un elemento alla pressione superficiale di 98 N/mm².
Pax = spinta assiale (min.) trasmissibile da un elemento alla press. superf. di 98 N/mm².
p = press. superf. fra anello interno del 1° elemento e l'albero.
Mt, Pax e PA' sono direttamente proporzionali alla pressione superficiale p e sono calcolati, in tabella, per p = 98 N/mm².
Esempio di calcolo con p diverso (147 N/mm) elemento di serraggio 250x280:Mt=147=51x147/98=76,5 kN; PA'147 = 1834 x 147/98 = 2751 kN; PA = 2751 + 186 = 2837 kN.
I valori indicati per Po, Mt, Pax e PA' valgono per elementi montati su olio. Disponendo n elementi di serraggio in serie, per l'aumento di Mt e Pax si ha: Mt_n = Mt s e Pax_n = Pax s. mantenendo i valori per Mt e Pax, il PA' e p possono essere ridotti; quì si hanno: PA'_n = PA'/s e p_n = = p/s. Con 2, 3, 4, elementi di serraggio, s = 1,555, 1,86, 2,03.

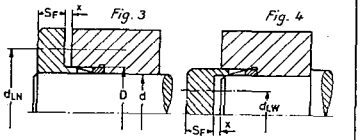
Calcolo delle viti

MA = coppia di serraggio (Nm)
PV = forza di serraggio (kN)(viti oleate μ = 0,14). Fra MA, Re 0,2 e PV esiste una relazione lineare approssimativa. La coppia trasmissibile di un collegamento Ringfeder é direttamente proporzionale alla forza di serraggio della flangia sugli elementi 8006. In caso di dubbio é preferibile un serraggio piuttosto forte anziché troppo leggero. Flange e distanziali o flange con collare, possono essere costruiti secondo le esigenze di progetto.

Materiale	6.9		8.8		10.9		12.9	
Re 0,2	530		628		883		1060	
dG	MA	PV	MA	PV	MA	PV	MA	PV
M4	2,35	3,19	2,84	3,82	4,02	5,34	4,81	6,42
M5	4,90	5,25	5,88	6,23	8,34	8,78	9,81	10,5
M6	8,34	7,40	9,81	8,83	13,7	12,4	16,7	14,8
M8	20,6	13,6	24,5	16,2	34,3	22,8	40,2	27,4
M10	40,2	21,7	48,1	25,7	67,7	36,2	81,4	43,4
M12	70,6	31,8	84,3	37,6	118	53	142	63,3
M14	113	43,4	132	51,5	186	72,6	226	86,8
M16	177	60,3	206	71,6	289	100	348	121
M18	240	72,6	284	86,3	397	122	476	145
M20	338	94,1	402	112	569	157	677	188
M22	456	117	539	138	765	195	912	234
M24	588	135	696	161	981	226	1177	271
M27	873	177	1030	211	1471	296	1765	356
M30	1177	217	1422	257	1961	361	2354	433

Calcolo delle flange

Diametri delle circonf. fori dLN, dLW: dLN=D+10+dG; dLW=d-10-dG. Il Ø interno del collare sarà > da 0,2 ÷ 0,3 del Ø d. Quello esterno sarà < da 0,2 ÷ 0,3 del Ø D.

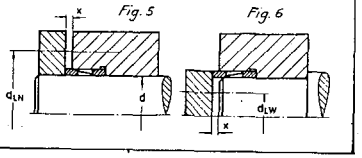


Spessore della flangia

SF = dG x 1,5 (base materiale viti 8.8, materiale flangia, acciaio R = 590 N/mm²).

Flange di serraggio

La T.I. fornisce, su richiesta, la flangia e i distanziali a serraggio sul mozzo (d = 20÷85) Fig. 5. o sull'albero (d = 24÷85) Fig. 6. Se non esiste una gola di spoglio nel foro del mozzo, si può rinunciare al distanziale interposto tra elemento e mozzo.



segue

Calettamenti sistema Ringfeder

segue: Unità di serraggio RfN 7012 e Elementi di serraggio 8006.

- Calcolo del mozzo -

Diametro esterno del mozzo DN in funzione del fattore di carico di snervamento (Re 0,2)

$$DN \geq D \times \sqrt{\frac{Re\ 0,2 + C_3 \times p'}{Re\ 0,2 - C_3 \times p'}}$$

per Unità 7012 o Elementi 8006 con le viti fissate sull'albero.

$$DN \geq D \times \sqrt{\frac{Re\ 0,2 + C_3 \times p'}{Re\ 0,2 - C_3 \times p'}} + d$$

per gli Elementi 8006 con le viti fissate sul mozzo.

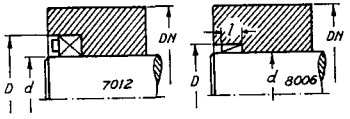


Fig. 7 Fig. 8

Re 0,2 = carico di snervamento; materiale mozzo p' = valori in tab. 7012. p' = pxd/D (p in tabella 8006). C_3 = fattore di sicurezza = 0,6....0,8. I valori inferiori per B ≥ 2l sono validi utilizzando una Unità 7012 o un Elemento 8006; i valori superiori, per più Unità 7012 in serie ed Elementi 8006 con le viti fissate nel mozzo. Quando Unità 7012 o Elementi 8006 si trovano sotto cuscinetti o boccole, tenere questi ultimi il più lontano possibile e, prima del funzionamento, eseguire un accurato controllo.

Quando occorra calcolare le sollecitazioni tangenziali di trazione sul mozzo, o si debba usare un albero cavo, consultare il catalogo S 22bl ottenibile dalla ditta T.I.

Come le Unità di serraggio, anche gli Elementi di serraggio sistema Ringfeder sono accoppiamenti bloccati, possiedono tutti i vantaggi di tale tipo di collegamento e si prestano all'unione di alberi con mozzi di qualsiasi genere.

A titolo di esempio si mensiona che oggi si é in grado di fissare in modo assolutamente sicuro: Barre di trazione, camme a disco, dischi di freni, eliche di navi e di aeroplani, flange, giranti di mulini, impianti di macinazione, ventilatori, giunti di accoppiamento, leve, pulegge di cinghie, pulegge per funi di ascensori e montacarichi, riduttori, rotori di motori elettrici, rulli, ruote a vite, dentate, per catene e portanti di veicoli su strada e su rotaia, teste a croce, volani, e simili.

- Alcuni accoppiamenti tipici -

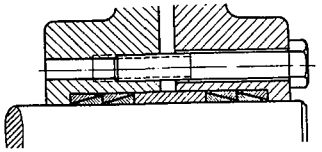


Fig. 9

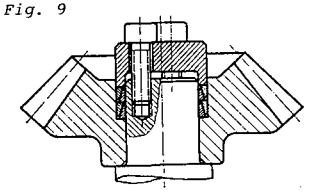


Fig. 10

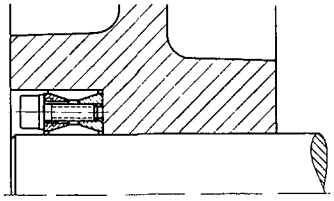


Fig. 11

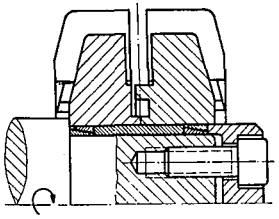


Fig. 12

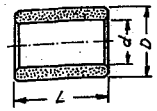
Boccole autolubrificanti sinterizzate

Produttori: Metalsinter s.r.l. Via Sondrio 9 Muggiò (MI)

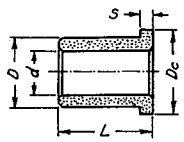
Boccole autolubrificanti ottenute da polveri metalliche e impregnate di olio lubrificante. Sono particolarmente indispensabili dove non é possibile una lubrificazione esterna e nei movim. alternat.

Tipi	Rame	stagno	ferro	grafite	Mo S2	altri elem.	carico stat. (1)	PV max (2)	coeff. attrito	veloc. max (3)
BM 1	89÷90	9÷10	-	-	-	1÷2	588	176	0,030	2
BM 2	54÷58	6÷7	35÷40	-	-	1÷2	882	137	0,028	1,6
BM 3	-	-	98÷99	-	-	1÷2	1079	108	0,025	1
BM 4	5÷30	-	68÷93	-	-	2÷3	882÷980	127	0,027	1,4
BM 5	come per i tipi			+2%	-	1÷3	come per i tipi			
BM 6	BM 1 - 2 - 3 - 4			-	+2%	1÷3	BM 1 - 2 - 3 - 4			

(1) dN/cm . (2) N/cm . (3) albero m/s.



Fornite normalmente già impregnate di lubrificante SAE 50 (tipo LM6), a richiesta: LM1-LM4 (basse temp.) LM5 - LM14 (alte temp.) Tolleranze: bussole fornite con Ø est. r7; Ø int. F7. Bussole montate alla pressa con un mandrino avente toll. m5 e sede con toll. H7, il foro della bussola, a montaggio avvenuto, risulta G7, e può accogliere un albero con tolleranza h6.



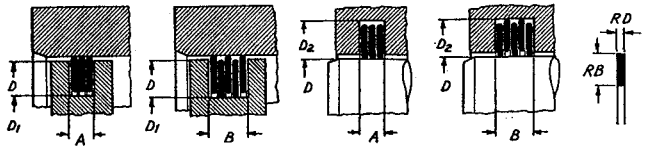
Boccole cilindriche						cil. con collare			
dxD	L	dxD	L	dxD	L	dxD	Dc	s	L
3x6	4-6-8	13x17	13-17-22	25x32	25-32-40	5x10	12	2	7-12-20
3x8	4-6-8	13x18	13-18-23	25x35	25-35-50	6x12	14	2	8-13-20
4x8	4-8-10	13x20	13-20-25	28x33	28-33-40	7x12	16	2,5	8-14-20
4x10	4-10-12	14x18	14-18-26	28x35	28-34-44	8x14	18	3	8-14-20
5x9	5-9-11	14x19	14-19-28	28x38	28-38-50	9x14	18	3	9-14-20
5x10	5-10-12	14x20	14-20-30	30x35	30-35-40	10x14	18	3	10-14-20
5x12	5-12-14	15x20	15-20-28	30x38	30-38-45	10x16	20	3	10-16-20
6x10	6-10-14	15x21	15-21-30	30x40	30-40-50	12x16	20	2	12-16-25
6x12	6-12-15	15x22	15-22-30	35x40	35-40-45	12x18	22	3	12-18-25
6x14	6-14-16	16x20	16-20-28	35x42	35-42-50	13x18	20	2,5	13-18-25
7x11	7-11-13	16x21	16-21-30	35x45	35-45-50	14x20	25	3	14-20-25
7x12	7-12-14	16x22	16-22-30	40x45	40-45-55	15x22	28	3	15-22-30
7x13	8-13-15	17x22	17-22-26	40x48	40-48-54	16x22	28	3,5	16-22-30
8x12	8-12-14	17x23	17-23-28	50x50	40-50-60	17x25	32	4	17-25-35
8x14	8-14-16	17x25	17-25-30	45x55	45-55-65	18x25	32	4	18-25-35
8x16	8-16-18	18x23	18-23-28	50x60	50-60-70	20x28	35	4	20-25-35
9x13	9-13-15	18x24	18-24-28	55x65	55-65-75	22x32	40	5	22-32-40
9x14	9-14-18	18x25	18-25-30	55x70	55-70-75	25x32	40	5	25-32-40
9x15	9-15-20	20x24	20-24-30	60x70	60-70-80	25x35	45	5	25-35-45
10x14	10-14-18	20x25	20-25-34	60x75	60-75-80	28x40	50	5	28-40-50
10x15	10-15-20	20x26	20-26-30	65x80	60-70-80	30x35	40	3	30-35-50
10x16	10-16-20	20x28	20-28-40	70x80	70-80-90	30x40	50	5	30-42-55
11x15	11-15-20	22x26	22-26-30	70x85	60-70-80	32x42	48	5	32-40-50
11x16	11-16-25	22x28	22-28-34	75x90	65-75-85	35x45	55	5	35-45-50
11x17	11-17-25	22x32	22-32-40	80x95	70-80-90	38x45	55	5	38-45-50
12x16	12-16-23	24x30	24-30-40	85x95	85-95-100	40x46	50	2,5	40-46-60
12x17	12-17-24	24x32	24-32-40	85x100	80-90-100	40x50	60	6	40-50-60
12x18	12-18-25	25x30	25-30-35	90x100	90-100-110	segue d=45-50-54-55-60-65-70.			

Segmenti lamellari per tenuta e protezione FK3

Mondial S. p. A. 20149 Milano Via Keplero 18 (02) 66810.1

Per la tenuta dei cuscinetti contro l'uscita del grasso, in tutti i cuscinetti soggetti a quantità ridotte di sporcizia e di spruzzi d'acqua (AS-IS), piccole quantità di sporcizia e forti quantità di spruzzi d'acqua (ASK-ISK).

I segmenti lamellari devono sempre essere inseruti nella scanalatura di un anello portasegmenti, che può essere di acciaio, di ghisa o di plastica. Vengono inseriti nelle scanalature con un piccolo gioco radiale e assiale.



3 segmenti espansori AS — 3 segm.espan. 2 contrattori ASK — 3 segmenti contrattori IS — 3 segm.contr. 2 espansori ISK

Foro-alb. D *	Segmenti RB	Segmenti RD	Largh.cava A	Largh.cava B	Ø fondo cava D_1	Ø fondo cava D_2
15-24,5	1,0	0,65	2,2	3,6	D- 2,6	D+ 2,6
25-29,5	1,2	0,65	2,2	3,6	- 3,0	+ 3,0
30-35,5	1,5	0,65	2,2	3,6	- 3,6	+ 3,6
36-42,5	1,8	0,65	2,2	3,6	- 4,2	+ 4,2
43-48,5	2,2	0,72	2,4	4,0	- 5,0	+ 5,0
49-51,5	2,4	0,72	2,4	4,0	- 5,4	+ 5,4
52-59,5	2,6	0,72	2,4	4,0	- 5,8	+ 5,8
60-69,5	2,8	0,82	2,7	4,5	- 6,2	+ 6,2
70-74,5	3,1	0,82	2,7	4,5	- 6,8	+ 6,8
75-79,5	3,3	0,82	2,7	4,5	- 7,2	+ 7,2
80-89,5	3,5	0,82	2,7	4,5	- 7,6	+ 7,6
90-99,5	3,8	0,82	2,7	4,5	- 8,2	+ 8,2
100-104,5	4,1	0,82	2,7	4,5	- 8,8	+ 8,8
105-109,5	4,3	0,98	3,2	5,4	- 9,2	+ 9,2
110-119,5	4,6	0,98	3,2	5,4	- 9,8	+ 9,8
120-129,5	5,0	0,98	3,2	5,4	-10,8	+10,8
130-149,5	5,5	0,98	3,2	5,4	-11,8	+11,8
150-170	6,0	1,0	3,3	5,5	- 13	+ 13
150-170	6,0	1,5	5,0	8,1	- 13	+ 13
171-199	7,0	1,0	3,3	5,5	- 15	+ 15
171-199	7,0	1,5	5,0	8,1	- 15	+ 15
200-259	8,0	1,2	4,0	6,5	- 17	+ 17
200-259	8,0	1,5	5,0	8,1	- 17	+ 17
260-319	9,0	1,5	5,0	8,1	- 19	+ 19
320-399	10	1,5	5,0	8,1	- 21	+ 21
400-439	11	1,5	5,0	8,1	- 23	+ 23
440-600	12	1,5	5,0	8,1	- 25	+ 25
440-600	12	2,5	8,1	13,3	- 25	+ 25
601-699	14	2,5	8,1	13,3	- 30	+ 30
700-799	16	2,5	8,1	13,3	- 34	+ 34
800-899	18	2,5	8,1	13,3	- 38	+ 38
900-999	20	2,5	8,1	13,3	- 42	+ 42
1000-1300	22	2,5	8,1	13,3	- 46	+ 46

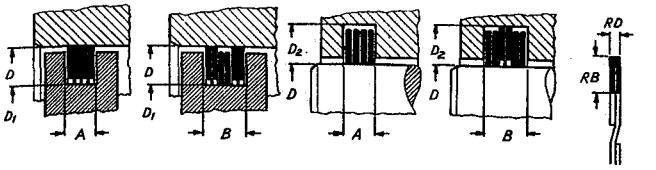
Tolleranze	da 15 -149,5	da 150 -599	da 600 -1300
D			
RB	± 0,15	± 0,20	± 0,30
RD	+ 0,04 / - 0,02	+ 0,06 / + 0,02	+ 0,06 / - 0,04
A-B	+ 0,10 / - 0	+ 0,15 / - 0	+ 0,20 / - 0
D_1	+ 0 / - 0,20	+ 0 / - 0,30	+ 0 / - 0,40
D_2	+ 0,20 / - 0	+ 0,30 / - 0	+ 0,40 / - 0

Lavoraz. del foro con toller. positiva, dell'albero negativa.
* Gamma delle misure: D 15÷149,5 scalate di 0,5 (15÷15,5-16-ecc.) D 150÷1300 scalate di 1 (150-151-152- ecc.)
I segmenti FK3 possono essere impiegati fino a 6 m/s a seconda del Ø e della sez.
Materiale: nastro acciaio per molle C75 elast. costante fino a 300°C oppure acc. al CrNiV2A o V4A elast. costante fino a 450°C. Tratt. superf. (D ≤ 500) zincofosfatizzati. (D > 500 mm) oliati.

Segmenti lamellari per tenuta e protezione FK6

Mondial S. p. A. 20149 Milano Via Keplero 18 (02) 66810.1

Diversamente dagli FK3, i segmenti lamellari FK6 sono degli anelli a doppia spirale. Essi si distinguono per il fatto di aderire con maggiore forza all'albero e all'alloggiamento e non hanno fenditura in direzione assiale. Con gli FK6 si ottengono buoni risultati, specialmente quando si deve assicurare una buona tenuta contro dei forti quantitativi di sporcizia.



4 segmenti espansori ASD — 4 segm.espan. 2 contrattori ASKD — 4 segmenti contrattori ISD — 4 segm.contr. 2 espansori ISKD

Foro-alb. D *	Segmenti RB	Segmenti RD	Largh.cava A	Largh.cava B	Ø fondo cava D_1	Ø fondo cava D_2
15-24,5	1,0	1,3	2,9	4,3	D- 2,6	D+ 2,6
25-29,5	1,2	1,3	2,9	4,3	- 3,0	+ 3,0
30-35,5	1,5	1,3	2,9	4,3	- 3,6	+ 3,6
36-42,5	1,8	1,3	2,9	4,3	- 4,2	+ 4,2
43-48,5	2,2	1,45	3,2	4,8	- 5,0	+ 5,0
49-51,5	2,4	1,45	3,2	4,8	- 5,4	+ 5,4
52-59,5	2,6	1,45	3,2	4,8	- 5,8	+ 5,8
60-69,5	2,8	1,65	3,6	5,4	- 6,2	+ 6,2
70-74,5	3,1	1,65	3,6	5,4	- 6,8	+ 6,8
75-79,5	3,3	1,65	3,6	5,4	- 7,2	+ 7,2
80-89,5	3,5	1,65	3,6	5,4	- 7,6	+ 7,6
90-99,5	3,8	1,65	3,6	5,4	- 8,2	+ 8,2
100-104,5	4,1	1,65	3,6	5,4	- 8,8	+ 8,8
105-109,5	4,3	1,96	4,2	6,3	- 9,2	+ 9,2
110-119,5	4,6	1,96	4,2	6,3	- 9,8	+ 9,8
120-129,5	5,0	1,96	4,2	6,3	-10,8	+10,8
130-149,5	5,5	1,96	4,2	6,3	-11,8	+11,8
150-170	6,0	2,0	4,4	6,5	- 13	+ 13
150-170	6,0	3,0	6,4	9,5	- 13	+ 13
171-199	7,0	2,0	4,4	6,5	- 15	+ 15
171-199	7,0	3,0	6,4	9,5	- 15	+ 15
200-259	8,0	2,4	5,2	7,7	- 17	+ 17
200-259	8,0	3,0	6,4	9,5	- 17	+ 17
260-319	9,0	3,0	6,4	9,6	- 19	+ 19
320-399	10	3,0	6,5	9,6	- 21	+ 21
400-439	11	3,0	6,5	9,6	- 23	+ 23
440-600	12	3,0	6,5	9,6	- 25	+ 25
440-600	12	5,0	10,5	15,7	- 25	+ 25
601-699	14	5,0	10,5	15,7	- 30	+ 30
700-799	16	5,0	10,5	15,7	- 34	+ 34
800-899	18	5,0	10,6	15,8	- 38	+ 38
900-999	20	5,0	10,6	15,8	- 42	+ 42
1000-1300	22	5,0	10,6	15,8	- 46	+ 46

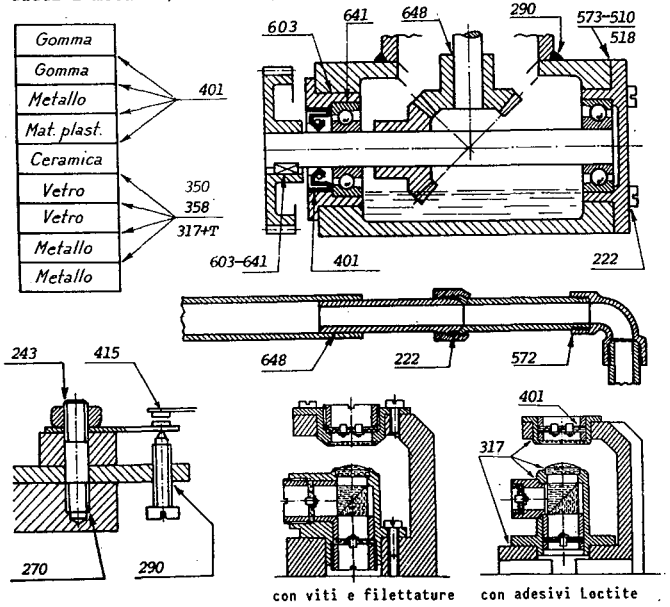
Tolleranze	da 15 -149,5	da 150 -599	da 600 -1300
D			
RB	± 0,15	± 0,20	± 0,30
RD	+ 0,08 / - 0,04	+ 0,10 / - 0,04	+ 0,12 / - 0,08
A-B	+ 0,10 / - 0	+ 0,15 / - 0	+ 0,20 / - 0
D_1	+ 0 / - 0,20	+ 0 / - 0,30	+ 0 / - 0,40
D_2	+ 0,20 / - 0	+ 0,30 / - 0	+ 0,40 / - 0

Lavoraz. del foro con toller. positiva, dell'albero negativa.
* Gamma delle misure: D 15÷149,5 scalate di 0,5 (15-15,5-16-ecc.) D 150÷1300 scalate di 1 (150-151-152-ecc.).
I segmenti FK6 possono essere impiegati fino a 10 m/s a seconda del Ø e della sez.
Materiale: nastro acciaio per molle C75 elast. costante fino a 300°C oppure acc. al CrNiV2A o V4A elast. costante fino a 450°C. Tratt. superf. (D ≤ 500) zincofosfatizzati. (D > 500 mm) oliate.

Adesivi strutturali superrapidi "LOCTITE"

Loctite Italia Spa Via Talete 56 Brugherio (MI)
Tel. (039)882001 - Telex 310049 LOCTIT I - Telefax (039)884672

La gamma Loctite superrapida comprende 12 prodotti anaerobici e 2 prodotti cianoacrilici. Gli anaerobici in forma liquida o pastosa rimangono nel loro stato primitivo finché sono esposti all'aria, in assenza d'aria (per es. serrati fra due superfici combacianti) induriscono trasformandosi in una pellicola elastica e tenace. Possono essere utilizzati per tutti i metalli, vetro e, in certi casi con materie plastiche. Per incollare invece, gomma, ceramiche, materie plastiche, metalli ed altri materiali non porosi si usano i 2 prodotti cianoacrilici che induriscono in pochi secondi fra le parti in contatto, formando un'adesione tenace e duratura. In molti casi la resistenza di adesione é superiore al materiale stesso che compone il giunto.



con viti e filettature con adesivi Loctite

I più alti vantaggi si ottengono prevedendo l'uso dei prodotti Loctite nella fase di progetto, realizzando giunti più leggeri, montaggi liberi di cuscinetti, boccole e parti cilindriche, fori di prigionieri passanti, tolleranze e rugosità più ampie. Sostituzione vantaggiosa di saldature, rivettature, saldature a stagno, bullonatura, rondelle e dadi speciali. Nel progetto di un Encoder come rappresentato nelle figure quì sopra, la lente e il vetrino sono ribaditi, i supporti dei sensori bloccati con ghiere filettate, l'assemblaggio con viti. Nel nuovo progetto, con l'uso di adesivi Loctite: (n°401 per i supporti dei sensori, adesivo 317 per lente, vetrino e assemblaggio) si é ottenuto una rilevante economia di lavorazione e quindi anche di costo.

segue

segue: Adesivi strutturali superrapidi "LOCTITE"

Prodotti	Resistenza al taglio statica daN/cm²	svitam. N·m *	residua N·m	Viscosità cps	Gioco mm	Resist. alla manipol.	Resist. finale ore	Temp. °C
	MIL R 46082	S 46163						
603 Bloccante	200-320	20-45	-	125	0,1	10-30 min	3-6	-55+120
641 Fissatore	70-160	8-22	-	650 tissotropico	0,15	10-30 min	3-6	-55+120
648 Bloccante alta temp.	180-350	20-45	-	500	0,15	10-30 min	3-6	-55+150
510 Pianermetic denso	traz. 20-130	-	-	pasta	0,4	1 ora	12	-55+180
573 Pianermetic verde	traz. 20-80	-	-	pasta tissotropica	0,1	3 ore	48	-55+80
518 Sigillanti per piani	traz. 40-140	-	-	pasta gelatinosa	0,3	2 ore	24	-55+100
222 Frenafiletti debole	30-90	3-11	1-5	3500 tissotropico	0,25	30 min	12	-55+120
243 Frenafiletti medio	60-140	15-25	4-10	6000 tissotropico	0,05	30 min	8	-55+120
270 Frenafiletti forte	120-240	16-36	22-50	500	0,05	30 min	12	-55+120
290 Fissatore penetrante	60-160	5-16	20-50	10	0,05	3 ore	24	-55+100
542 Idraulic Ermetic	70-160	-	-	1500 tissotropico	0,25	30 min	6	-55+100
572 Tubermetic denso	20-80	-	-	50.000 tissotropico	0,2	3 ore	36	-55+80
577 pastoso	50-130	-	-	70.000 tissotropico	0,3	sig. ist. bas.pres.	12	-55+100
406 Adigomma	traz. 120-250	* 125-175	-	10	0,05	3 s su gomme	6	-55+80
401 Universale	traz. 120-250	* 125-175	-	40	0,05	6 s	6	-55+80
317 Adimetallo	traz. 120-260	* 60-130	-	3000	0,1	30 min conAtt.T.	24 con Att.T.	-55+120
358 Adivetro	traz. 40-120	-	-	3000	0,1	15 s con luce UV	24 a 20°C	-30+100
350 Adivetro	60-150		-	5000	0,1	150 s con luce UV	24 a 20°C	-30+100
415 Adiplastic	traz. 120-250	* 125-175	-	1500	0,1	30-60 s	6	-30+80

* = traz. taglio in daN/cm²

Uso specifico

603 - Fissaggio alta resist. accopp. cilindr. liberi o con interfer. Oleocompat.
641 - Fissaggio media resist. per boccole e bronzine.
648 - Blocc. alta resist. mecc. e al calore di parti cilind. fort. sollec. montaggi liberi o con interferenza.
510 - Sigill. di piani e flange rigide in genere. Ottima resistenza al calore.
573 - Sigill. di piani rigidi precisi, applicazione manuale o con serigrafia.
518 - Sigill. di piani rigidi. Prodotto gelatinoso adatto anche per applic. verticali. Elev. elast. e res. ai micromovim.
222 - Frenatura di parti filett. "debole" si smonta facilmente. Adatto per viti e bulloneria a passo fine.
243 - Frenafiletti "media" resist. mecc. si smonta alla stessa coppia di serraggio Dadi bulloni, prodotto oleocompatibile.
270 - Frenafil. forte per fren. e sigillare bulloni, dadi e prigionieri.
290 - Adatto per fren. viti di regolaz. e recupero microporosità e piccole fusioni. "lavora" per capillarità.
542 - Sigill. di raccordi filett. di con-

segue

segue: Adesivi strutturali superrapidi "LOCTITE"

dutture idrauliche e pneumatiche.
572 - Sigill. c. s. a polimerizz. lenta.
577 - Sigill. c. s. a polimerizz. veloce.
406 - Ideale e istantaneo per le gomme.
401 - Istantaneo per tutti i materiali.
317 - Strutturale alta resist. per metalli, ferriti ecc. Polimer. pref. a caldo.
358 - Incoll. rapido vetro vetro/metallo indurisce per reazione con luce UV.
350 - c. s. Ottima resist. all'umidità.

Adesivi cianoacrilici

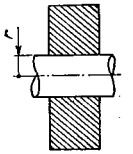
Gli adesivi cianoacrilici sono una combinazione unica di rapidità e semplicità. Induriscono in qualche secondo a temperatura ambiente. Sono l'ideale per l'incollaggio di materiali eterogenei fra loro: gomme, plastiche, metalli e poi legno, tessuti, cuoio e ceramiche. La polimerizzazione avviene per la presenza d'umidità relativa sulle parti.

Tipo di prodotto	trazione daN/mm²	tempo s
401 Ades. multiuso	120-250	30
406 Ades. ideale per gomme	120-250	6
454 Ades. istantaneo gel.	120-250	45
460 Ades. senza tracce	100-250	180
480 Ades. "elastico"	120-250	300

Proporzionamento di parti meccaniche con l'uso di adesivi

Con gli adesivi si possono calcolare importanti accoppiam. mecc. dando un contributo notevole alle prestazioni finali dell'accoppiamento. Con l'uso di questa nuova tecnologia si realizzano risparmi sensibili sui costi finali. Il campo d'applicazione é pressoché infinito, qui di seguito forniamo le tracce di calcolo per due tipi di accoppiam. usati per il trasferimento di coppia in organi meccanici.

Per accopp. con interf.



La coppia sarà data dalla nota relazione:
Mt=(Cm+Cad)xr (daN·m)
dove:
Cm = contrib. meccanico
Cad = contrib. adesivo
r = raggio d'applicaz.

Si noterà a calcoli eseguiti che il contributo dell'adesivo é sempre molto grande, pertanto il grado di interferenza meccanica potrà essere notevolmen. ridotto a tutto vantaggio delle sollecitaz. sulle parti. Il calcolo del contributo meccanico dato dall'interferenza verrà elaborato con le note formule di meccanica.

Valutazione contributo dell'adesivo

Sarà l'espressione del valore di resistenza a taglio trazione della parte trattata con l'adesivo Loctite. Quindi:
Mt = Rad x A x Fc x r (daN·m) dove:
Rad = resistenza dell'ades.a taglio traz.
A = area cilindrica interessata.
Fc = fattori correttivi relativi alla polimerizzazione dell'adesivo.
r = raggio d'azione.
Espressione indicativa dei valori FC da chiedere specificatamente alla Loctite per una corretta interpretazione.
Fc1 = fattore relativo al tipo di materiale da incollare
Fc2 = fatt. relativo al tipo d'incollaggio: libero, alla pressa, interf.a caldo.
Fc3 = fatt. che lega il rapporto L/D.
Fc4 = fatt. temperatura di lavoro.
Fc5 = fatt. che consigera le condizioni di lavoro.
Fc6 = fatt. che cons. la fatica del giunto.
Fc7 = fatt. che cons. la cond. del carico
Fc8 = fatt. rel. all'invecch. del giunto.
In prima approssimazione il prodotto di tutti questi fattori compresa fatica e carichi dinamici é circa 0,25 .
Se vorremo viceversa conoscere la resistenza allo sfilamento assiale del pezzo dall'albero, questo sarà così calcolato :
R sfil. = Rad x A x Fc (daN)
Anche in questo caso,a conti fatti, si noterà quanto il contributo dell'adesivo sia notevole, pertanto le parti potranno essere ridisegnate completamente con indubbie economie sui costi finali.

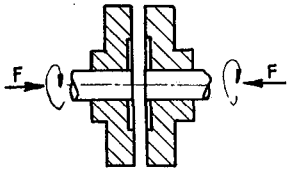
Accoppiamenti che lavorano per attrito

Campi d'applicazione tradizionale sono: Differenziali, giunti a disco, giunti per attrito, corone coniche montate su alberi bussole di calettamento, organi di trasmissione morsettati, e tutti quei particolari che lavorano per attrito; quindi anche il coperchio della scatola di un riduttore, dove il serraggio avviene fra due flange. Vi é quindi la possibilità di sfruttare questo concetto per incrementare la resistenza torsionale a pari bulloni.
Anche in questo caso avremo notevoli vantaggi su qualsiasi progetto che preveda il trasferimento di una coppia nell'uso di qualsiasi organo di trasmissione.
Per esempio per un giunto classico che lavori per attrito avremo:

segue

segue: Adesivi strutturali superrapidi "LOCTITE"

Mt = Cmecc + Contr. adesivo (daN·m)
Il contributo meccanico sarà calcolato nel modo tradizionale. Nel caso di un giunto a dischi questa formula potrà essere così riassunta:
Mt = F x f x Rf (daN·m)
Il contributo adesivo molto semplicistica mente sarà così dimensionato (per un calcolo più corretto che tenga conto del reale momento d'inerzia polare dell'area interessata, contattare il servizio tecnico Loctite)
Mt = Rad x Area x Raz x Fc x fdc dove:
Rad = resist. a taglio traz. dell'ades.
A = area interessata.
Raz = raggio d'azione.
Fc = fattori correttivi relat. all'ades.
Fdc = fatt. che tiene conto della distribuzione corretta del carico dei bulloni sulla flangia.
La resistenza dell'adesivo sarà selezionata in funzione del fatto che il giunto sarà poi smontato o meno.



Anche in questo caso, i risultati che si otterranno saranno notevoli, pertanto le parti potranno essere ridisegnate con notevoli risparmi. Lo stesso giunto potrà risultare ridotto di un terzo a pari prestazioni, di minori peso e costo.

Gli adesivi impiegati nella sigillatura di parti piane

I vantaggi di una guarnizione liquida sono la totale eliminazione delle scorte a magazzino, delle tradizionali guarnizioni di carta....in aggiunta a tutta una serie di vantaggi. Una buona sigillatura é sempre ottenuta rispettando con scrupolo le seguenti parti:
Bulloni e posizione di questi, flange e materiali, tipo di guarnizione. Non basta quindi un'ottima guarnizione per garantire una buona sigillatura.
Bulloni: Il progettista dovrà dimensionare con cura la classe del bullone, il precarico in funzione della coppia di serraggio, il corretto passo tra un bullone e l'altro.
Flange: Controllare la larghezza delle flange in funzione del materiale, gli alleggerimenti in modo che vi sia sufficiente spazio affinché la pressione specifica a compressione data dai bulloni sia compatibile al materiale delle flange ed alla "durezza" della guarnizione da comprimere Attenzione pure al mix di materiali, Es. all/ghisa, all./mater. plast. ecc. perché si possono generare tensioni notevoli dovute a dilatazioni diverse.
Guarnizione: a questa generalmente viene attribuito il compito di sigillare. Attenzione la migliore guarnizione non può far nulla, se le altre parti sono mal proporzionate.
La Loctite ha messo a punto 3 famiglie di guarnizioni liquide.
Guarnizioni anaerobiche: 573, 510, 518.
Guarn. siliconiche: Ultra 598 Black, 5699 Grey, Copper.
Guarnizioni poliuretaniche: 3951 e 3950.
Prodotti anaerobici: sigillano ottimamente tutte le superfici rigide e lavorate. Polimerizzano per l'esclusione dell'aria. Creano un reale contatto metallo metallo perché riempiendo le rugosità di lavorazione, assicurano il corretto precarico dei bulloni sulle flange, non si rilassano nel tempo, non necessitano di riserraggio, resistono ottimamente agli olii ecc. Danno resist. strutturale grazie alla loro capacità adesiva. Lavorano molto bene su particolari dello stesso materiale. Per superfici grezze, materiali diversi e forti sollecitaz. preferire il 518. Il 510 é da prefer. per alte temp. max 200°.
Prodotti siliconici: La sere Ultra garantisce successo contro olii e vibraz. Adatto per coperchi in lamiera stampata e strutture non rigide.
Ultra black: medio modulo ideale su superfici grezze ed irregolari quali lamiera stampata, nylon, ecc. ed alluminio.
Ultra grey: alto modulo, quindi su parti in ghisa ed alluminio.
Ultra copper: silicone per sigillare parti ad alte temperature fino a 300°.
I sigillanti siliconici Loctite sono a base ossimica (Non contengono acido acetico non hanno odore, non corrodono le parti elettroniche
I sigillanti poliuretanici 3950 e 3951 hanno la caratteristica di sigillare e rinforzare il giunto.Adatti per incollare

segue

segue: Adesivi strutturali superrapidi "LOCTITE"

vetro metallo e strutture di carrozzeria. Per un uso corretto del primer e/o cleaner 7250, 51, 52, 53 consultare l'azienda per i calcoli e il proporzionamento.

"Loctite" linea "Multi - Bond"

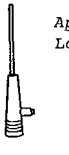
Loctite Multi-Bond per ottenere un incollaggio altamente resistente sui materiali più diversi come metalli, ceramiche, legno, ferriti, pietre dure, vetroresine, sinterizzati e la quasi totalità delle materie plastiche. Si applica l'adesivo su una parte, l'attivatore sull'altra. Maneggiabilità in 1 - 4 minuti. Si evitano miscelazioni, dosaggi, preparazioni, pinzature, calore.

Caratteristiche	Materiali	Multi-Bond 330 Attivatore 738	Multi-Bond 329 Attivatore 737
Velocità di indurimento (pezzi maneggiabili)	Metalli Plastiche	1-2 min 2-4 min	2-3 min 5-10 min
Resistenza trazione/taglio (ASTM D 1002-64) (RS) indica la rottura del substrato del materiale	Acciaio sabbiato Materiali tali e quali Acciaio Alluminio Plastiche (PVC) Legno (pino)	150-200 daN/cm² 150-175 daN/cm² 100-150 " 30-50 " (RS) 25-75 " (RS)	200-250 daN/cm² 200 daN/cm² 150 " 50-100 " (RS) 50-100 " (RS)
Resist. urto (ASTM D 950-54)	Acciaio	15-25 daN/cm²	20-30 daNcm/cm²
Resistenza alla pelatura (ASTM D 1876-69 T)	Alluminio pulito chimicamente	2,5-3,5 daN/cm²	3,5-4,5 daN/cm²
Gioco max ammissibile		0,5 mm	1 mm
Resist. residua dopo 30 gg. a 40°C con u. r. 98 %	Acciaio Plastiche	90 % 100 %	98 % 100 %
Temp. max d'esercizio		100-120 °C	120 °C
Durata conservazione nel contenitore orig.	Adesivo Attivatore	1 anno 1 anno min	1 anno 1 anno min
Durata conservazione fuori contenit. orig.	Adesivo Attivatore	1 ora 8 ore	15 min 8 ore
Infiammabilità	Adesivo Attivatore	non inf. non inf.	inf. non inf.

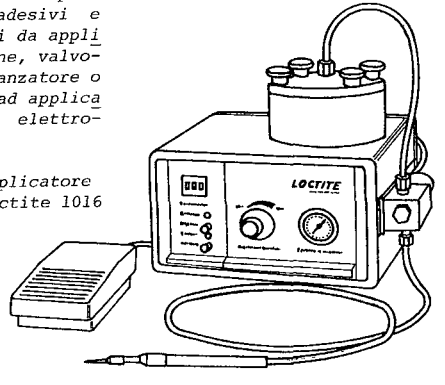
Applicatori e dosatori "Loctite"

Esiste una estesa gamma di applicatori manuali e automatici prodotti per l'uso degli adesivi e fissativi. Dai terminali da applicare sullo stesso flacone, valvole a membrana per avanzatore o gruppo rotospray, fino ad applicatori dosatori a comandi elettropneumatici.

Flacone per applicazione diretta.



Applicatore Loctite 1016



Superadesivi tecnici epossidici monocomponenti

Angst + Pfister Spa 20149 Milano Viale Teodorico 25

Gli adesivi della serie ESP sono resine epossidiche monocomponenti pronte all'uso e che, induriscono per effetto del calore e possono incollare una notevole varietà di materiali, in particolare metalli. Sono tutti isolanti elettrici. Hanno eccezionale resistenza: al taglio, al distacco, all'invecchiamento, alla fatica, a diversi prodotti chimici, al calore. Rappresentano l'alternativa all'assemblaggio meccanico come: imbullonatura, rivettatura, saldatura, ecc. Accoppiamento di pezzi in acciaio rame, ottone, acc. inox, alluminio, in sostituzione di brasature e saldature a punti. Modalità d'uso: Superficie dei pezzi pulite ad asciutte, applicazione dell'adesivo su una superficie, riscaldo dei pezzi alla temperat. indicata.

Resistenza al taglio (N/mm²) nell'incollaggio di diversi materiali **

Materiale incollato (giunti di sovrapposiz.)	Tipo di adesivo ESP 108	ESP 110
Alluminio	41,5	41,5
Acciaio	41,5	41,5
Rame	28	28
Ottone	26	26
Carburo di tungsteno	41,5	41,5
Ferrite		14

(**) ASTM-D 1002 - 72.

Resistenza alle vibrazioni e agli urti.

(acciaio su acciaio) Tipo di unione	N° cicli sopportati. urti	vibrazioni
Saldatura a punti	30000	15000
Incoll. a sovrappos. con ESP 108 e ESP110	50000	25000

Tempi di presa (min) per ESP 108 e ESP110

Metodo di riscaldamento	Temper. di riscaldam. °C 110	120	150	180	200	250
Forno circ. aria	190	85	40	20	10	5
Piatto riscald.	180	75	30	15	7	3

Tipo	Max temp. eserc. °C	Visc. a 20 °C Pa·s	Param. Polimerizz. Tempo min	Temp. °C	*)Res. taglio N/mm²	Caratteristiche generali	Esempi di incollaggi tipici
ESP 101	100	700	30 20 40 10 40 10 40	100 120 120 150 150 175 175	4,1 4,1 7,6 10,4 11 11 6,9	Adatto soprattutto negli incollaggi di resine termoplastiche che non richiedono temp. di polimerizzazione molto elevate.	Plastica su plastica o plastica su metallo in campo elettrico e idraulico.
ESP 102	100	40	c.s.	c.s.	c.s.		Particol. metallici e su circuiti stampati.
ESP 104	100	95	c.s.	c.s.	c.s.		Nuclei di ferrite. Carcasse di trasformatori corazzati.
ESP 103	150	6	30 10	150 190	27,6 27,6	Per resine termoin. e metalli (escluso alluminio e rame).	Lamine di trasformatori. Radiatori autoveicoli. Lenti (ottica).
ESP 108 (ex 107)	180	200	45 17 12 5	150 180 200 250	41 41 41 41	Incolla da piccoli pezzi a strutt. di grandi dimens. anche molto sollec.	Manufatti rame, ottone, alluminio. Rubinetterie. Placchette tungst. su punte a elica. Poli di ferrite. Filtri aria.
ESP 109	180	150	45 18	155 180	41 41	Simile al 108 e al 110 ma con fluidità intermedia	Pattini su ceppi di freni e frizioni. Tubi rigidi coassiali.
ESP 110 (ex 105)	180	400	45 17 12 5	150 180 200 250	41 41 41 41	Simile al 108 ma adatto dove l'adesivo deve rimanere altamente vischioso.	Carrozzerie di autoveicoli. Elementi di pannelli solari. Ceramica su metallo.

(*) acciaio - acciaio, a temperatura ambiente.

Anelli di tenuta, armatura rivestita, A + P per alberi rotanti

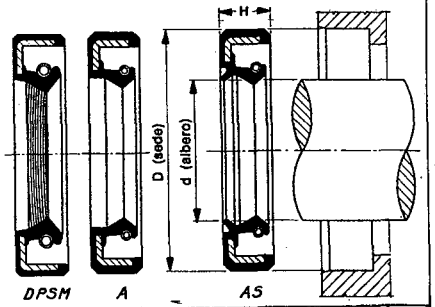
Angst + Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma-NA

Per tenute di olii e grassi minerali (purché privi di additivi a base aromatica o cloroderivati), quali: olii lubrificanti per motori endotermici, per comandi oleoidraulici, per trasmissioni, leggeri per movimenti di precisione, emulsionabili per taglio metalli. Grassi lubrificanti tipo Stauffer e simili, ecc.

Qualità	NBR	ACM	VMQ	FPM
Elastomero di base	Butadiene acrilonitrile	Gomma poliacrilica	Silicone	Fluoruro di vinilidene
Temperatura d'impiego °C	-40+100	-20+150	-60+200	-20+200
Veloc. rotaz. albero m/s	15	22	35	35
Pressione del fluido bar	0,3÷0,4			
Fornitura	normale	su richiesta		

NBR: Eccellente resist. agli olii minerali, buon comportamento alle temp. estreme, sono adatti per la maggioranza degli impieghi nelle costruzioni meccaniche.
ACM: Ottimo comport. alle elevate temp. in presenza di olii minerali per ingranaggi ipoidali. Non utilizzabile in presenza di acqua
VMQ: Ottimo comportamento elastico alle temperat. estreme in presenza di olii minerali.
FPM: Qualità speciale, buon comportamento alle elevate temp. Ottima resist. a solventi aromatici e clorurati ed acidi concentrati.

Anelli DPSM - labbro di tenuta con nervature sagomate per favorire il recupero di eventuali piccole perdite.
Anelli AS - labbro di tenuta piano e labbro supplementare parapolvere.
Esempio di designazione - Anello DPSM, d = 8, D = 22, h = 7 mm: DPSM 8227
Gli anelli con asterisco (*) sono a norma DIN 3760.
Toll. su D (sede) = H8
Toll. su d (albero) = h11.



Tipo DPMS			d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H
d	D	H	12*	22	7	17*	28	7	22*	47	7	30*	40	7	38	50	7
6*	16	7	12*	24	7	17*	30	7	24*	35	7	30*	42	7	38*	52	7
6*	22	7	12*	28	7	17*	32	7	24*	37	7	30*	47	7	38*	55	7
7	16	7	12*	30	7	17*	35	7	24*	40	7	30	50	7	38*	62	7
7*	22	7	14*	24	7	17*	40	7	24*	47	7	30*	52	7	40*	52	7
8	16	7	14*	28	7	18*	30	7	25*	35	7	30*	62	7	40*	55	7
8*	22	7	14*	30	7	18*	32	7	25*	40	7	32*	45	7	40*	62	7
8*	24	7	14*	35	7	18*	35	7	25*	42	7	32*	47	7	40*	72	7
9*	22	7	15	24	7	18*	40	7	25*	47	7	32*	52	7	42*	55	8
9*	24	7	15*	26	7	20*	30	7	25*	52	7	35*	47	7	42*	62	8
9*	26	7	15*	30	7	20*	32	7	26*	37	7	35*	50	7	42*	72	8
10	19	7	15*	32	7	20*	35	7	26*	42	7	35*	52	7	45*	60	8
10*	22	7	15*	35	7	20*	40	7	26*	47	7	35*	62	7	45*	62	8
10*	24	7	16*	28	7	20*	47	7	28	38	7	36*	47	7	45*	65	8
10*	26	7	16*	30	7	22*	32	7	28*	40	7	36*	50	7	45*	72	8
11*	22	7	16*	32	7	22*	35	7	28*	47	7	36*	52	7	48*	62	8
11*	26	7	16*	35	7	22*	40	7	28*	52	7	36*	62	7	48*	72	8

segue

segue: Anelli di tenuta, armatura rivestita, A+P per alberi rotanti

d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H
50*	65	8	105*	130	12	20	47	10	32	62	10	52	72	10	180	220	15
50*	68	8	105*	140	12	22	32	5,5	33	50	6	52	85	10	190	215	16
50	70	10	110*	130	12	22	35	6	33	50	10	53	68	10	190*	220	15
50*	72	8	110*	140	12	22	35	8	33	52	6	54	85	10	200	225	15
50*	80	8	115*	140	12	22	40	10	34	50	10	55	72	10	200	250	16
52*	68	8	115*	150	12	22	42	10	34	52	8	55	75	10	210*	240	15
52	69	10	120*	150	12	22	40	10	34	62	10	55	75	12	210	250	15
52*	72	8	120*	160	12	24	40	10	35	50	10	55	78	10	220*	250	15
52	80	10	120*	150	12	24	42	8	35	52	10	55	80	10	230*	260	15
55*	70	8	125*	160	12	24	47	10	35	55	10	55	90	10	230	280	15
55*	72	8	130*	160	12	24	50	10	35	56	10	58	80	10	240*	270	15
55*	80	8	130*	170	12	25	37	5	35	60	10	58	90	10	240	280	15
55*	85	8	135*	170	12	25	38	7	35	62	10	60	80	10	250*	280	15
56*	70	8	140*	170	15	25	40	10	35	72	10	60	85	10	280	310	15
56*	72	8	140*	175	15	25	42	6	36	50	10	60	90	10	300	340	18
56*	80	8	150*	180	15	25	42	8,5	36	68	10	64	80	8	Tipo AS		
56*	85	8	160*	190	15	25	42	10	37	52	8	65	85	12	d	D	H
58*	72	8	200*	230	15	25	45	10	38	52	8	65	95	10	15	24	7
58*	80	8	Tipo A			25	46	7	38	54	10	65	100	12	15*	26	7
60*	75	8	d	D	H	25	47	10	38	56	10	70	95	13	15*	35	7
60*	80	8	6	19	7	25	50	10	38	60	10	70	100	12	16*	28	7
60*	85	8	10	30	7	25	52	8	38	62	10	70	110	12	18*	30	7
60*	90	8	12	26	8	25	52	10	40	56	8	72	105	13	20*	30	7
62*	85	10	12	32	7	25	62	10	40	58	12	75	95	12	20*	35	7
62*	90	10	12	35	10	26	35	7	40	60	10	75	105	12	22*	35	7
62	100	12	13	26	5	27	37	7	40	62	10	75	110	12	25*	35	7
63*	85	10	13	30	7	27	41	10	40	65	10	75	120	12	25	40	8
63*	90	10	14	22	4	27	42	10	40	72	10	80	105	12	25*	52	7
65*	85	10	15	24	5	27	47	10	42	56	7	80	110	12	30*	40	7
65*	90	10	15	27	7	28	42	10	42	58	10	80	120	13	30*	47	7
65*	100	10	15	30	4,5	28	43	10	42	60	10	82	105	12	30*	62	7
68*	90	10	15	30	10	28	47	10	42	62	10	82	110	12	32	56	10
68*	100	10	15	35	10	28	50	10	42	65	10	85	105	13	35*	47	7
70	85	8	15	40	10	28	52	10	42	72	10	85	126	12	40*	52	7
70*	90	10	16	24	5	29	50	10	44	60	10	85	110	12	40	55	8
70*	100	10	16	35	10	30	44	10	44	65	10	88	126	12	40	56	8
72*	95	10	16	40	10	30	45	8	44	70	12	90	130	12	40	58	9
72*	100	10	17	35	8	30	47	6	44	72	10	92	120	13	40	60	10
75*	95	10	17	35	10	30	47	10	45	60	7	98	120	13	45*	72	8
75*	100	10	17	40	8,5	30	50	7	45	60	10	110	150	13	48	65	10
78*	100	10	17	40	10	30	52	10	45	62	10	112	140	13	50*	65	8
80*	100	10	18	28	7	30	55	7	45	65	10	120	150	13	50*	80	8
80*	110	10	18	32	8	30	55	10	45	66	10	135	160	12	60*	75	8
85*	110	12	18	35	8	30	56	10	45	72	10	140	170	12	60	80	10
85*	120	12	19	27	6	30	60	10	45	80	10	140	180	12	65*	85	10
90*	110	12	19	32	7	30	62	10	46	65	10	145	180	12	65*	80	10
90*	120	12	19	35	10	31	52	7	47	65	10	150	180	12	65*	100	10
95*	120	12	19	40	6,5	32	42	7	48	65	10	160	185	10	70*	90	10
95*	125	12	20	30	5	32	45	6	48	72	10	160	200	12	75*	95	10
95	130	12	20	35	10	32	50	10	48	80	10	170	200	12	80*	100	10
100*	120	12	20	40	10	32	52	10	50	68	10	170*	200	15	85*	110	12
100*	125	12	20	42	10	32	55	10	50	72	10	175	200	15	90*	110	12
100*	130	12	20	47	8	32	56	10	50	80	10	180*	210	15	95*	125	12

Gli anelli con asterisco (*) sulla quota d sono conformi a DIN 3760.

segue

segue: Anelli di tenuta A + P - Accorgimenti di montaggio

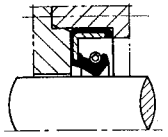


Fig. 1

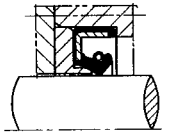
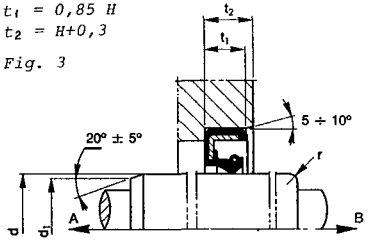


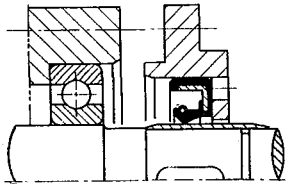
Fig. 2

Fig. 1 - pressione > del valore atmosferico, elemento di appoggio esterno. Fig. 2 - Pressione > di 0,3÷0,4 bar, sostegno del labbro di tenuta per pressioni fino a ~ 7 bar, solo per anelli tipo DPSM e tipo A.

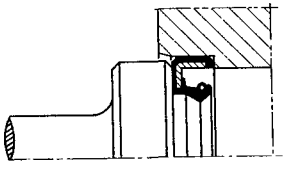
Smussi sulla sede
t_1 = 0,85 H
t_2 = H+0,3

Fig. 3





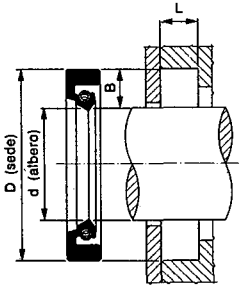
Manicotto per evitare gli intagli



Tampone di montaggio

Smussi sull'albero per direz. di montaggio A: d_1= d:1,23(d 6÷7); d:1,2(d 8÷10); d:1,17(d11÷15); d:1,12(d16÷32); d:1,08(d35÷65); d:1,05(d68÷160); d:1,04(d170÷300)
Per direz. di montag. B: r=1 mm.

Anelli di tenuta A + P tipo split



d	B						L	Toll.
	12,7	15,87	19,05	22,22	25,40	31,75		diam. sedi ±
da 76 a 101,6	x	x					9,5 ±0,05	0,12
	x	x	x				12,7 ±0,05	
sopra 101,6 a 139,7	x	x					9,5 ±0,05	0,12
	x	x	x				12,7 ±0,05	
			x				15,87 ±0,05	
sopra 139,7 a 203,2	x	x	x				12,7 ±0,075	0,15
		x	x				15,87±0,075	
			x				19,05±0,075	
sopra 203,2 a 304,8	x	x	x				12,7 ±0,1	0,15
		x	x				15,87 ±0,1	
			x	x	x		19,05 ±0,1	
					x		20,63 ±0,1	
sopra 304,8 a 457,2			x	x	x		19,05 ±0,12	0,2
					x		20,63 ±0,12	
					x		22,22 ±0,12	
sopra 457,2 a 771,2					x		20,63 ±0,15	0,2
					x		22,22 ±0,15	
					x	x	25,40 ±0,15	

Anello interrotto con un taglio lungo una sez. radiale. Tenuta su elementi di grandi dimens. Corpo in materiale sintet. GACO SE 70. Molle in acciaio. d=76÷771,2. D=101,4÷834,7
x = misure disponibili.

Guarnizioni OR "NORMATEC" per tenute dinamiche e statiche

Angst+Pfister Spa 20149 Milano Viale Teodorico 25
Tel. 02/31061, Tlx 331197 ap mi i, Fax 0233103148. Uff. Comm. Reg. TO-GE-BO-PD-Roma-NA

La guarnizione OR é costituita da un anello circolare di sezione ro tonda, vulcanizzato in stampo.

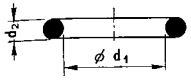


Fig. 1

L'OR NORMATEC può essere fornito secondo le norme: SMS, ISO, AFNOR, UNI e Metriche Preferenziali.
Pronte a magazzino: AS e BS (d_2= 1,78-2,62-3,53-5,34-6,99) Metriche Preferenz. (d_2=1-1,5-2-2,5-3).

b) movimenti rotativi -
superf. di strisciam. Ra 0,2 0,4
fondo e fianchi sede Ra 3,2

Tabella 2 - Dimensioni delle sedi

Ød_2	1	1,5	1,6	1,78	2	2,4	2,5
C	1,6	2,2	2,3	2,5	2,6	3,2	3,3

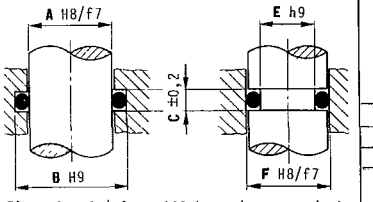
Ød_2	2,62	3	3,53	5,34	5,7	6,99
C	3,5	4	4,5	7	7,5	9,5

- Tenuta dinamica con montaggio flottante
Consigliato per la tenuta di pistoni pneumatici.

Tab. 1 - Materiali standard Normatec - Caratteristiche fisiche

Materiali Programma NORMATEC	Dur. Shore A	Res. traz. min N/mm²	Allungam. a rott. min %	Deform. perman. a compress.(iniz.25%) 24h 100 %	24h 120 %	24h 175 %	72h 200 %	70h 204 %	Temperat. impiego continuo max °C	Temperat. infragil. °C	Resistenza al calore in aria °C +150 h	in aria +200 h	in aria +250 h	olio +150 h
				+°C										
NBRNT60.11	60	15,4	300	≤15	≤20	-	-	-	+100	-40	~90	-	-	400
NBRNT70.11	70	14,7	250	≤15	≤20	-	-	-	+100	-40	~80	-	-	350
NBRNT80.11	80	15,2	200	≤15	≤20	-	-	-	+100	-40	~50	-	-	250
NBRNT90.11	90	16,2	180	≤15	≤20	-	-	-	+100	-40	~30	-	-	150
FPMNT80.7/75	75	14,7	180	≤10	≤12	≤15	≥20	≤30	+200	-20	-	>1000	>1000	>1000
MVQNT70.6	70	6	150	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50	+200	-60	-	>1000	~500	>1000
EPDMNT70.3	70	14,7	200	≤10	≤15	≥20	-	-	+130	-50	>500	-	-	-
CRNT70.5	70	15,7	250	≤35	≤45	-	-	-	+100	-40	~45	-	-	>500
KALREZ 4079	80	13,1	130	≤19	-	-	≤34		+315	-50	-		>2000	>2000

Tenute dinamiche (figg. 2 e 3)
Il valore ottimale, nella quasi totalità delle applicazioni, si ottiene con una deformazione radiale della corda, pari a circa il 10% del Ø d_2. Pertanto:
Ø B = Ø A + ($2d_2$ - 10%).
Ø E = Ø F - ($2d_2$ - 10%).
Valori dei Ø d_1, A e F in tab. 5.



Figg. 2 e 3.(oltre 100 bar: ØA e F=H7/g6)

Rugosità delle superfici
a) movimenti alternativi -
superf. di strisciamento Ra 0,4
fondo e fianchi sede Ra 0,8

Ø F del cilindro = Ø esterno dell'OR - 2 ÷ 5%.
Ø F = (Ø d_1 + $2d_2$) x 0,98 ÷ 0,95.
Valori dei Ø d_1, A, F, in tab. 5.

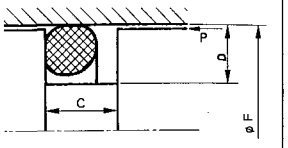


Fig. 4

Rugosità delle superfici:come per le tenute dinamiche (figg. 2 e 3)

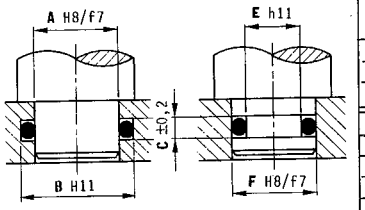
Tabella 3 - Dimensioni delle sedi

Ø d_2	3	3,53	5,34	5,7	6,99
D	3,1	3,65	5,45	5,58	7,15
C	4,0	4,5	7,0	7,5	9,5

Tenute statiche (figg. 5 e 6)
a) accoppiamento cilindrico -
La misura d_2 può essere compressa fino al 15 - 20%. Pertanto:
Ø B = Ø A + ($2d_2$ - 20%).
Ø E = Ø F - ($2d_2$ - 20%).
Valori dei Ø d_1, A e F in tab. 5.

segue

segue: Guarnizioni OR "NORMATEC" per tenute dinamiche e statiche



Figg. 5 e 6.
(oltre 100 bar e Ø 50: ØA e ØF = H7/g6)

Rugosità:

superf. tenuta: normale	*Ra 0,8*
vuoto	*Ra 0,4*
vuoto spinto	*Ra 0,05 ÷ 0,1*
fianchi sede: normale	*Ra 3,2*
pressioni irregolari	*Ra 1,6*

Tenute statiche (fig. 7)
b) con montaggio a flangia -
ØF = Øest. OR-1 ÷ 2% (press.int.)
ØA = d + 1 ± 2% (press. esterna)
Valori dei Ø d , A e F in tab. 5.

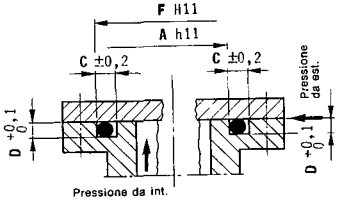


Fig. 7
Rugosità delle superfici:
(come per le ten. din. figg. 2,3

Dimensioni delle sedi(ten. stat.)
Tabella 4 -

Ø d_2	1	1,5	1,6	1,78	2	2,4	2,5
D	0,7	1,1	1,2	1,3	1,6	1,8	1,9
C	1,6	2,2	2,3	2,5	2,6	3,3	3,3

Ø d_2	2,62	3	3,53	5,34	5,7	6,99
D	2,05	2,4	2,9	4,5	4,58	6,0
C	3,5	4,0	4,5	7,0	7,5	9,5
W	-	4,1	4,7	7,3	7,8	9,5

Tenute statiche (fig. 8)
c) cava a sezione triangolare -

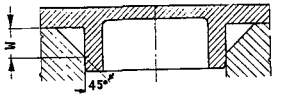
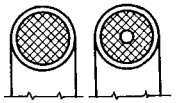


Fig. 8
Di non facile realizzazione, sconsigliata per OR con d_2 < di 3 mm.

Guarnizioni FEP-O-SEAL
Gli OR rivestiti con PTFE presentano lo svantaggio di una giunzione. Il FEP-O-SEAL,nucleo in Silicone o in Viton, con rivestimento non discontinuo in Teflon-FEP, risolve questo inconveniente.
Spess. riv. 0,25 mm, durezza 70 Shore A, Temp. - 60 + 205 °C.



Nucleo centrale pieno - cavo

Quote sede vedi tab.4. Programma di fornitura

d_2	d_1
2,62	≥ 9,2
3,53	≥ 20,2
5,34	≥ 37,5
7	≥ 75

Tabella 5 - Dimensioni OR per tenute statiche (con * per tenute dinamiche e statiche). Designazione OR, misure Metriche Preferenziali e SMS. Esempio per d_2 = 1,6, d_1 = 10,1: ORM 0101-16. Misure AS e BS. Esempio per d_2 = 1,78, d_1 = 10,82: OR 2043.

Rif.	d_1=A	F	Rif.	d_1=A	F	Rif.	d_1=A	F	Rif.	d_1=A	F	Rif.	d_1=A	F	Rif.	d_1=A	F
d_2 = 1			0060	6	8	0160	16	18	0015	1,5	4,5	0080	8	11	0145	14,5	17,5
			0065	6,5	8,5	0170	17	19	0020	2	5	0085	8,5	11,5	0150	15	18
			0070	7	9	0180	18	20	0025	2,5	5,5	0090	9	12	0155	15,5	18,5
			0075	7,5	9,5	0190	19	21	0030	3	6	0095	9,5	12,5	0160	16	19
0015	1,5	3,5	0080	8	10	0200	20	22	0035	3,5	6,5	0100	10	13	0165	16,5	19,5
0020	2	4	0085	8,5	10,5	0210	21	23	0040	4	7	0105	10,5	13,5	0170	17	20
0025	2,5	4,5	0090	9	11	0220	22	24	0045	4,5	7,5	0110	11	14	0175	17,5	20,5
0030	3	5	0095	9,5	11,5	0230	23	25	0050	5	8	0115	11,5	14,5	0180	18	21
0035	3,5	5,5	0100	10	12	0240	24	26	0055	5,5	8,5	0120	12	15	0185	18,5	21,5
0040	4	6	0110	11	13	0250	25	27	0060	6	9	0125	12,5	15,5	0190	19	22
0045	4,5	6,5	0120	12	14	**d_2 = 1,5**			0065	6,5	9,5	0130	13	16	0195	19,5	22,5
0050	5	7	0140	14	16				0070	7	10	0135	13,5	16,5	0200	20	23
0055	5,5	7,5	0150	15	17				0075	7,5	10,5	0140	14	17	0210	21	24

segue

segue: Guarnizioni OR "NORMATEC" per tenute dinamiche e statiche

Rif.	d_1	A	F	Rif.	d_1	A	F	Rif.	d_1	A	F	Rif.	d_1	A	F
0220	22	22	25	2075	18,77	19	22	0220	22	22	26	0396	39,6	40	44
0230	23	23	26	2081	20,35	21	24	0230	23	23	27	0416	41,6	42	46
0240	24	24	27	2087	21,95	22	26	0240	24	24	28	0446	44,6	45	49
0250	25	25	28	2093	23,52	24	27	0250	25	25	29	0476	47,6	48	52
0260	26	26	29	2100	25,12	25	28	0260	26	26	30	0496	49,6	50	54
0270	27	27	30	2106	26,7	27	30	0270	27	27	31	0516	51,6	52	56
0280	28	28	31	2112	28,3	28	32	0280	28	28	32	0546	54,6	55	59
0290	29	29	32	2118	29,87	30	33	0285	28,5	28,5	32,5	0576	57,6	58	62
0300	30	30	33	2125	31,47	32	35	0290	29	29	33	0596	59,6	60	64
d_2 = 1,6				2131	33,05	33	36	0300	30	30	34	0616	61,6	62	66
				2137	34,65	35	38	0310	31	31	35	0646	64,6	65	69
0031	3,1	3,5	6	2150	37,82	38	41	0320	32	32	36	0676	67,6	68	72
0041	4,1	4,5	7	2162	41	41	45	0330	33	33	37	0696	69,6	70	74
0051	5,1	5,5	8	2175	44,17	44	48	0340	34	34	38	**d_2 = 2,5**			
0061	6,1	6,5	9	2187	47,35	48	51	0350	35	35	39				
0071	7,1	7,5	10	2200	50,52	51	54	0360	36	36	40	0040*	4	4	9
0081	8,1	8,5	11	2212	53,7	54	57	0370	37	37	41	0050*	5	5	10
0091	9,1	9,5	12	2224	56,87	57	60	0380	38	38	42	0060*	6	6	11
0101	10,1	10,5	13	2237	60,05	60	64	0390	39	39	43	0070*	7	7	12
0111	11,1	11,5	14	2250	63,22	64	67	0400	40	40	44	0080*	8	8	13
0121	12,1	12,5	15	2262	66,4	67	70	0410	41	41	45	0090*	9	9	14
0131	13,1	13,5	16	2275	69,57	70	73	0420	42	42	46	0100*	10	10	15
0141	14,1	14,5	17	2287	72,75	73	76	0430	43	43	47	0110*	11	11	16
0151	15,1	15,5	18	2300	75,92	76	79	0440	44	44	48	0120*	12	12	17
0161	16,1	16,5	19	2325	82,27	82	85	0450	45	45	49	0130*	13	13	18
0171	17,1	17,5	20	2350	88,62	89	92	0460	46	46	50	0140*	14	14	19
0081	18,1	18,5	21	2375	94,97	95	98	0470	47	47	51	0150*	15	15	20
0191	19,1	19,5	22	2400	101,32	102	105	0480	48	48	52	0160*	16	16	21
0221	22,1	22,5	25	2425	101,67	108	111	0490	49	49	53	0170*	17	17	22
0251	25,1	25,5	28	2450	114,02	114	117	0500	50	50	54	0180	18	18	23
0271	27,1	27,5	30	2475	120,37	121	124					0190	19	19	24
0291	29,1	29,5	32	2500	126,72	127	130	**d_2 = 2,4**				0200	20	20	25
0321	32,1	32,5	35	2525	133,07	133	136	0036*	3,6	4	8,2	0210	21	21	26
0351	35,1	35,5	38	**d_2 = 2**				0046*	4,6	5	9,2	0220	22	22	27
0371	37,1	37,5	40					0056*	5,6	6	10,2	0230	23	23	28
d_2 = 1,78				0030*	3	3	7	0066*	6,6	7	11,2	0240	24	24	29
				0040*	4	4	8	0076*	7,6	8	12,2	0250	25	25	30
2007*	1,78	2	5	0050*	5	5	9	0086*	8,6	9	13,2	0260	26	26	31
2010*	2,57	2,5	5,8	0060*	6	6	10	0096*	9,6	10	14,2	0270	27	27	32
2012*	2,90	3	6	0070*	7	7	11	0106*	10,6	11	12,5	0280	28	28	33
2015*	3,69	4	7	0080*	8	8	12	0126*	12,6	13	17,2	0290	29	29	34
2018*	4,48	5	8	0090*	9	9	13	0146*	14,6	15	19,2	0295	29,5	29,5	34,5
2021*	5,28	5,5	8	0100*	10	10	14	0156*	15,6	16	20,2	0300	30	30	35
2025*	6,07	6	9	0110*	11	11	15	0166*	16,6	17	21,2	0310	31	31	36
106*	6,65	7	10	0120*	12	12	16	0176	17,6	18	22,2	0320	32	32	37
2031*	7,66	8	11	0130*	13	13	17	0186	18,6	19	23,2	0330	33	33	38
108*	8,73	9	12	0140*	14	14	18	0196	19,6	20	24,2	0340	34	34	39
2037*	9,25	10	13	0150*	15	15	19	0216	21,6	22	26	0350	35	35	40
2043	10,82	11	14	0160*	16	16	20	0246	24,6	25	29	0360	36	36	41
114	11,11	11	15	0170	17	17	21	0276	27,6	28	32	0370	37	37	42
2050	12,42	13	16	0180	18	18	22	0296	29,6	30	34	0380	38	38	43
2056	14	14	18	0190	19	19	23	0316	31,6	32	36	0390	39	39	44
2062	15,6	16	19	0200	20	20	24	0346	34,6	35	39	0400	40	40	45
2068	17,17	17	21	0210	21	21	25	0376	37,6	38	42	0410	41	41	46

segue

segue: Guarnizioni OR "NORMATEC" per tenute dinamiche e statiche

Rif.	d_1	A	F
0420	42	42	47
0430	43	43	48
0440	44	44	49
0450	45	45	50
0470	47	47	52
0480	48	48	53
0500	50	50	55
d_2 = 2,62			
3021*	5,23	5	10
3024*	6,02	6	11
3030*	7,59	8	13
109*	9,13	9	14
3037*	9,19	9	14
112*	9,92	10	15
3043*	10,78	11	16
115*	11,91	12	17
3050*	12,37	12,5	18
117*	13,10	13	18
3056*	13,95	14	19
119*	15,08	15	20
3062*	15,54	15,5	21
121*	15,88	16	21
3068*	17,13	17	22
123*	17,86	18	23
3075*	18,72	19	24
3081	20,24	20	25
128	20,63	21	26
3087	21,89	22	27
130	22,22	23	27
3093	23,47	24	29
132	23,81	24	29
3100	25,07	25	30
3106	26,65	27	32
3112	28,25	28	33
3118	29,82	30	35
3125	31,42	32	37
3131	32,99	33	38
3137	34,60	35	40
3143	36,14	36	41
3150	37,77	38	43
3156	39,34	40	45
3162	40,95	41	46
3168	42,52	43	48
3175	44,12	44	49
3181	45,69	46	51
3187	47,30	48	53
3193	48,89	49	54
3200	50,47	51	56
3206	52,07	52	57
3212	53,65	54	59
3218	55,25	55	61
3225	56,82	57	62
3231	58,42	59	64

Rif.	d_1	A	F
3237	60,00	60	65
3243	61,60	62	67
3250	63,17	63	68
3256	64,77	65	70
3262	66,35	67	72
3268	67,95	68	73
3275	69,52	70	75
3281	71,12	71	76
3287	72,69	73	78
3300	75,87	76	81
3325	82,22	83	87
3350	88,57	89	94
3375	94,92	95	100
3400	101,27	101	106
3425	107,62	108	113
3450	113,97	114	119
3475	120,32	121	125
3500	126,67	127	132
3525	133,02	133	138
3550	139,37	140	144
3575	145,72	146	151
3600	152,07	152	157
3625	158,42	159	164
3650	164,77	165	170
3675	171,12	171	176
3700	177,47	178	183
3725	183,62	184	189
3750	190,17	190	195
3775	196,52	197	202
3800	202,87	203	208
3825	209,22	209	214
3850	215,57	216	221
3875	221,92	222	227
3900	228,27	228	234
3925	234,62	235	239
3950	240,97	241	246
3975	247,32	247	253
d_2 = 3			
0030*	3	3	9
0040*	4	4	10
0050*	5	5	11
0060*	6	6	12
0070*	7	7	13
0080*	8	8	14
0090*	9	9	15
0100*	10	10	16
0110*	11	11	17
0120*	12	12	18
0130*	13	13	19
0140*	14	14	20
0150*	15	15	21
0160*	16	16	22
0170*	17	17	23

Rif.	d_1	A	F
0180*	18	18	24
0190*	19	19	25
0195*	19,5	19,5	25,5
0200*	20	20	26
0210*	21	21	27
0215*	21,5	21,5	27,5
0220*	22	22	28
0225*	22,5	22,5	28,5
0230*	23	23	29
0240*	24	24	30
0245*	24,5	24,5	30,5
0250*	25	25	31
0255*	25,5	25,5	31,5
0260*	26	26	32
0265*	26,5	26,5	32,5
0270*	27	27	33
0275*	27,5	27,5	33,5
0280*	28	28	34
0290*	29	29	35
0295*	29,5	29,5	35,5
0300*	30	30	36
0310*	31	31	37
0315*	31,5	31,5	37,5
0320*	32	32	38
0325*	32,5	32,5	38,5
0330*	33	33	39
0340*	34	34	40
0345*	34,5	24,5	40,5
0350*	35	35	41
0355*	35,5	35,5	41,5
0360*	36	36	42
0365*	36,5	36,5	42,5
0370*	37	37	43
0375*	37,5	37,5	43,5
0380*	38	38	44
0390*	39	39	45
0395*	39,5	39,5	45,5
0400*	40	40	46
0410*	41	41	47
0415*	41,5	41,5	47,5
0420*	42	42	48
0425*	42,5	42,5	48,5
0430*	43	43	49
0440*	44	44	50
0445*	44,5	44,5	50,5
0450*	45	45	51
0460	46	46	52
0470	47	47	53
0480	48	48	54
0490	49	49	55
0495	49,5	49,5	55,5
0500	50	50	56
d_2 = 3,53			

Rif.	d_1	A	F
4028*	7,51	8	14
4036*	9,12	9	16
4050*	12,29	12	19
4055*	13,87	14	21
4061*	15,47	15	23
4067*	17,04	17	24
4075*	18,64	19	26
4081*	20,22	20	28
4087*	21,82	22	29
4093*	23,40	23	30
4100*	24,99	25	32
134*	25,80	26	33
4106*	26,58	27	34
4112*	28,17	28	35
4118*	29,75	30	37
4125*	31,34	31	38
4131*	32,93	33	40
4137*	34,52	35	42
4143*	36,10	36	43
4150*	37,69	38	45
144	39,69	40	46
4162	40,86	42	48
146	41,23	42	48
147	42,86	43	50
4175	44,04	45	51
149	44,45	45	51
150	46,04	46	53
4187	47,22	48	54
152	47,63	48	54
153	49,21	49	56
4200	50,39	51	58
155	50,80	51	58
156	52,39	52	60
4212	53,57	54	61
158	53,98	54	61
159	55,56	56	62
4225	56,74	58	64
161	57,15	58	64
162	58,74	59	65
4237	59,92	60	67
164	60,33	61	67
165	61,91	62	69
4250	63,09	64	70
167	63,50	64	70
168	65,09	65	72
4262	66,27	67	73
170	66,68	67	73
171	68,26	68	75
4275	69,44	70	77
173	69,85	70	77
174	71,44	72	78
4287	72,62	73	80
176	73,03	74	80
177	74,61	75	81

segue

segue: Guarnizioni OR "NORMATEC" per tenute dinamiche e statiche

Rif.	d_1	A	F
4300	75,80	76	83
4312	78,97	79	86
4325	82,14	82	89
4337	85,32	85	92
4350	88,50	89	95
4362	91,67	92	99
4375	94,84	95	102
4387	98,02	98	105
4400	101,2	101	108
4412	101,4	105	111
4425	107,5	108	114
4437	110,7	111	118
4450	113,9	114	121
4462	117,1	117	124
4475	120,2	120	127
4487	123,4	123	130
4500	126,6	127	133
4512	129,8	130	136
4525	132,9	133	140
4537	136,1	136	143
4550	139,3	140	146
4562	142,5	143	149
4575	145,6	146	152
4587	148,8	149	155
4600	152,0	152	159
4625	158,3	159	165
4650	164,7	165	172
4675	171,0	172	178
4700	177,4	178	184
4725	183,7	184	190
4750	190,1	190	197
4775	196,4	197	203
4800	202,8	203	210
4825	209,1	210	216
4850	215,5	216	222
4875	221,8	222	228
4900	228,2	229	235
4925	234,5	235	241
4950	240,9	241	248
4975	247,2	248	254
41000	253,6	254	260
41050	266,27	266	273
41100	278,99	279	286
41150	291,69	292	299
41200	304,39	304	311
41300	329,79	330	337
41400	355,19	355	362
41500	380,59	381	388
41600	405,26	405	412
41700	430,66	431	438
41800	456,06	456	463
d_2 = 5,34			
6150	37,47	38	48

Rif.	d_1	A	F
6162*	40,65	41	52
6175*	43,82	44	55
6187*	47,00	47	58
6200*	50,16	50	61
6212*	53,34	53	64
6225*	56,52	57	68
6237*	59,69	60	70
6250*	62,87	63	73
6262*	66,04	66	77
6275*	69,22	69	80
6287*	72,39	73	83
178*	74,63	75	85
6300*	75,57	76	86
6312*	78,74	79	90
181*	79,77	80	90
6325*	81,92	82	92
6337*	85,09	85	95
6350*	88,27	88	98
185*	89,69	90	100
6362*	91,44	92	102
6375*	94,62	95	105
6387*	97,79	98	108
189*	100,0	100	110
6400*	101,0	101	111
6412*	104,1	104	115
6425*	107,2	107	118
193*	109,5	110	120
6437*	110,5	111	121
6450*	113,7	114	125
199	117,5	118	128
201	120,7	121	132
203	123,8	124	135
206	127,0	127	137
208	130,2	130	140
210	133,4	134	145
213	136,5	137	147
215	139,7	140	150
217	142,9	143	153
219	146,1	146	156
221	149,2	150	160
6600	151,77	152	162
6625	158,11	158	169
6645	164,46	165	175
6670	170,82	171	181
6700	177,16	177	188
6720	183,51	184	194
6745	189,86	190	200
6775	196,21	196	207
6795	202,56	202	213
6820	208,91	209	220
6850	215,26	215	226
6870	221,61	222	232
6895	227,96	228	239
6920	234,31	234	245

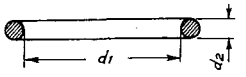
Rif.	d_1	A	F
6945	240,66	241	251
6975	247,01	247	258
6995	253,36	253	264
61050	266,06	266	277
61100	278,76	279	289
61150	291,46	291	302
61200	304,16	304	315
61300	327,56	328	338
61400	354,96	355	366
61500	380,36	380	391
61600	405,26	405	416
61700	430,66	431	441
61800	456,06	456	467
61900	481,41	481	492
62000	506,81	507	517
62100	532,20	532	543
d_2 = 5,7			
0443*	44,3	45	55
0453*	45,3	46	56
0492*	49,2	50	60
0523*	53,2	53	63
0543*	54,3	55	65
0553*	55,3	56	66
0593*	59,3	60	70
0623*	62,3	63	73
0643*	64,3	65	75
0693*	69,3	70	80
0743*	74,3	75	85
0793*	79,3	80	90
0843*	84,3	85	95
0893*	89,3	90	100
0943*	94,3	95	105
0993*	99,3	100	110
d_2 = 6,99			
8450*	113,7	114	127
197*	114,7	115	128
8462*	116,8	117	130
8475*	120,0	120	135
8487*	123,2	123	137
204*	124,6	125	138
8500*	126,4	126	140
8512*	129,5	130	143
8525*	132,7	133	146
211*	134,5	135	148
8537*	135,9	136	150
8550*	139,1	139	153
8562*	142,2	142	156
8575*	145,4	145	160
8587*	148,6	149	162
8600*	151,8	152	165
223*	155,6	156	170
8625*	158,1	158	172

Rif.	d_1	A	F
225*	159,5	160	173
226*	161,9	162	175
8650*	164,5	165	178
228*	166,7	167	180
229*	168,3	168	182
8675*	170,8	170	184
231*	174,6	175	188
8700*	177,2	178	191
233*	181,0	181	195
8725*	183,5	184	197
235*	187,3	188	200
8750*	189,9	190	203
237*	193,7	194	207
8775*	196,2	196	210
239*	200,0	200	214
8800*	202,6	203	216
8825*	208,9	210	222
8850*	215,3	215	230
8875*	221,6	222	235
8900*	227,9	230	242
8925*	234,3	235	250
8950*	240,7	240	255
8975*	247,0	248	260
81000*	253,3	255	270
81025*	259,7	260	275
81050*	266,1	265	280
81075*	272,4	274	286
81100*	278,7	280	295
81125*	285,2	285	300
81150*	291,5	292	305
81175*	297,8	300	315
81200*	304,1	305	320
81250*	316,9	318	330
81300*	329,5	330	345
81350*	342,3	342	355
81400*	354,9	355	370
81450*	367,7	370	380
81500*	380,7	380	395
81550*	393,1	393	410
81600	405,3	405	420
81650	418,0	420	435
81700	430,7	430	445
81750	443,4	445	460
81800	456,1	460	475
81850	468,8	470	485
81900	481,5	485	500
81950	494,2	495	510
82000	506,9	510	525
82100	532,3	535	550
82200	557,7	560	575
82300	582,7	585	600
82400	608,1	610	625
82500	633,5	635	650
82600	658,9	660	675

OR di precisione "HITEC" — Anelli antiestrusione BK

Angst+Pfister Spa 20149 Milano Viale Teodorico 25

Guarnizioni OR di precis. "HITEC"



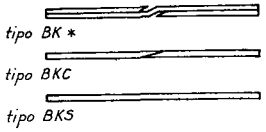
Qualità e precisione distinguono questi OR destinati a quelle industrie che vogliono produrre ad alto livello qualitativo. Possono essere costruiti in sei qualità di elastomeri: NB-FP-SI-EP-CR-Kalrez 1050. Da prove effettuate dai costruttori (150 h a 20°C) é risultato che su 387 prodotti chimici o varianti di essi, almeno un tipo di elastomero citato é, come resistenza, risultato "eccellente" in 373 casi; "buono" in 13 casi; "soddisfacente" in 1 caso.
Uguale comportamento per quanto riguarda: calore, freddo, vuoto estremo (10^{-9} torr) impermeabilità ai gas, solidità all'abrasione e alle screpolature, deformazioni residue, elasticità, resistenza elettrica e a torsione. Sono altresì controllati: i diametri d_1 e d_2, lo stato della superficie, la massa volumica e la durezza, la deformazione permanente a compressione.

Norme	d_2	d_1 (dinam.)	d_1 (statica)
AS 568 A BS 1806	1,78	1,78÷9,25	1,78÷72,75
	2,62	5,23÷18,72	5,23÷247,32
	3,53	9,12÷37,69	9,12÷456,06
	5,34	10,47÷113,7	10,47÷658,88
	6,99	113,7÷393,1	113,7÷658,9
DIN 3770	1,5	–	2,0÷100
	2	2,5÷16	2,5÷100
	2,5	4÷17,5	4÷150
	3	3÷45	3÷250
	4	4÷59	4÷500
	5	4÷90	4÷400
SMS 1586	1,6	–	2,2÷37,1
	2,4	33÷17,3	33÷69,6
	3	3÷45	3÷249,5
	5,7	44,2÷144,3	44,2÷499,3
	8,4	144,1÷249,1	144,1÷249,1
DIN 3771 ISO 3601/1	1,8	1,8÷106	1,8÷17
	2,65	14÷19	14÷38,7
	3,55	18÷37,5	18÷200
	5,3	40÷115	40÷200
	7	206÷400	206÷670

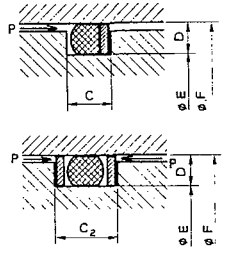
Chiedere catalogo alla ditta A + P.

Anelli antiestrusione BK in PTFE.

La presenza simultanea, o anche singola, di condizioni di servizio superiori ai limiti prescritti per un corretto impiego delle guarnizioni OR, può provocare la estrusioni di queste, fra le superfici metalliche di accoppiamento. Gli anelli antiestrusione BK in Lubriflon PTFE evitano detto inconveniente nei casi di:
- alte pressioni a partire da 70-100 bar.
- giochi ampi (0,25 mm a 10 bar).
- grandi velocità a cadenze rapide.
- temperatura elevata del fluido.
- forti variaz. di press. o temp.
- fluidi impuri.



* di stock per OR a norme AS e BS. Tipi BKC, BKS e norma DIN a richiesta.
I tipi BK e BKC sono di facile montaggio. Il tipo BKS può essere montato solo su cava aperta.

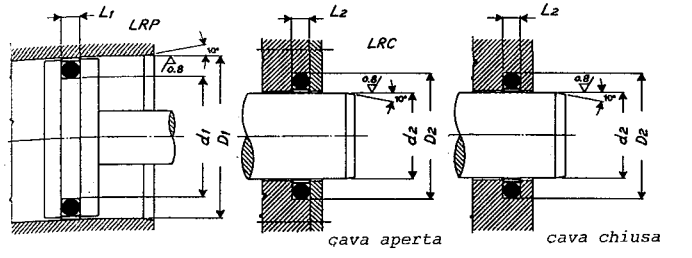


d_2	D	C	C_2	d_2	D	C	C_2
1,78	1,5	4	5,5	2	1,7	4,1	5,6
2,62	2,3	5	6,5	2,5	2,1	4,8	6,3
3,53	3,1	6	7,5	3	2,5	5,5	7
5,34	4,7	8,8	10,6	4	3,5	6,5	8
7	6,3	12	14,5	5	4,4	8,3	10,1

Si designano con la loro sigla seguita dal numero del relativo OR.

Guarnizioni Lubroring A+P - Tenuta a ridottissimo attrito

Per cilindri idraulici e pneumatici. Un anello a sez. rettangolare in Lubriflon (PTFE) per la tenuta dinamica e un anello OR, in gomma sintetica che assicura la spinta elastica e la tenuta statica. Pressioni fino a 250 bar. Moto alternato 4 m/s. Montaggi su: Pistoni di cilindri idraulici. Pistoni di cilindri pneumatici anche senza lubrificazione (LRP). Guide di aste di pistoni di cilindri pneumatici (LRC). Distributori e giunti rotanti (LRP+LRC). Materiali: Lubriflon 225, OR in NB 70 (-30+ +100°C) oppure FP 75 (-25+200°C).



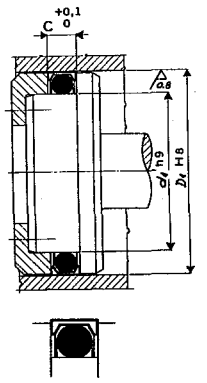
LRP Rif.	D_1	d_1 idr.	d_1 pneu	L_1
2015	8	3,4	3,2	2
2018	9	4,4	4,2	2
2021	10	5,5	5,3	2
2025	11	6,5	6,3	2
2031	12	7,4	7,2	2
2037	14	9,5	9,3	2
2043	15	10,4	10,2	2
112	16	9,8	9,5	3
3034	17	10,8	10,5	3
115	18	11,8	11,5	3
3056	20	13,8	13,5	3
3062	22	15,8	15,5	3
3075	25	18,8	18,5	3
4081	28	20	19,6	4
4097	30	22	21,6	4
4093	32	24	23,6	4
4106	35	27	26,6	4
4112	36	28	27,6	4
4118	38	30	29,6	4
4125	40	32	31,6	4
4131	42	34	33,6	4
4143	45	37	36,6	4
144	48	40	39,6	4
6150	50	38,3	37,8	6
6162	55	43,5	43,0	6
6175	56	44,3	43,8	6
6187	60	48,3	47,8	6
6200	63	51,3	50,8	6
6212	65	53,3	52,8	6
6225	70	58,4	57,9	6
6250	75	62,9	62,4	6
6262	80	68	67,5	6

LRP Rif.	D_1	d_1 idr.	d_1 pneu.	L_1
6287	85	72,9	72,4	6
6300	90	78	77,5	6
6325	95	82,9	82,4	6
6337	100	88	87,5	6
6387	110	87,9	97,4	6
6425	120	107,9	107,4	6
6437	125	112,5	112,0	6
8487	140	124,5	123,9	8
8525	150	134,5	133,9	8
8562	160	144,5	143,9	8
8600	170	153,7	153,1	8
226	180	163,7	163,1	8
8675	190	173,7	173,1	8
8725	200	183,7	183,1	8
8925	250	233,7	233,1	8
81025	280	263,7	263,1	8
81100	300	283,7	283,1	8

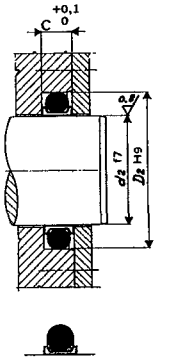
LRC Rif.	d_2	D_2 idr.	D_2 pneu.	L_2
106	5	9,5	9,7	2
2031	6	10,5	10,7	2
2037	8	12,5	12,7	2
115	10	16,2	16,5	3
3056	12	18,2	18,5	3
3062	14	20,2	20,5	3
121	15	21,1	21,4	3
123	16	22,2	22,5	3
3075	18	24,1	24,4	3
3087	20	26,2	26,5	3
3093	22	28,2	28,5	3
3106	25	31,2	31,5	3
4118	28	36	36,4	4

LRC Rif.	d_2	D_2 idr.	D_2 pneu.	L_2
4125	30	38	38,4	4
4131	32	39,9	40,3	4
4143	35	42,9	43,3	4
144	38	46	46,4	4
146	40	48	48,4	4
4175	42	50	50,4	4
4187	45	53	53,4	4
6200	50	61,6	62,1	6
6225	55	66,7	67,2	6
6250	60	71,7	72,2	6
6262	65	76,6	77,1	6
6287	70	81,7	82,2	6
6312	75	87,1	87,6	6
6325	80	92,1	92,6	6
6350	85	97,1	97,6	6
6362	90	102,1	102,6	6
6387	95	107,1	107,6	6
6400	100	112,1	112,6	6
6437	110	122	122,5	6
8487	120	135,5	136,1	8
8500	125	140,5	141,1	8
8525	130	145,5	146,1	8
8562	140	155,5	156,1	8
8600	150	165,5	166,1	8
8650	160	175,5	176,1	8
231	170	186,3	186,9	8
8725	180	196,3	196,9	8
237	190	206,3	206,9	8
8800	200	216,3	216,9	8
81000	250	266,3	266,9	8
81125	280	296,3	296,9	8
81200	300	316,3	316,9	8

Anelli Ring-Flon A+P antiestrusione



Serie RP



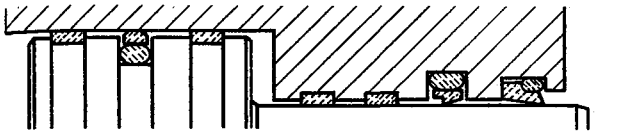
Serie RC

Per cilindri idraul. e pneum. Un anello in Lubriflon PTFE di spessore sottile con due alette e una guarnizione OR, costituiscono un organo di tenuta atto ad evitare l'estrusione, in presenza di fluidi in pressione. Serie RP - montaggio su pistoni. Serie RC - montaggio su cilindri. Press. di esercizio fino a 210 bar. Velocità 4 m/s. Temp. in funzione della qualità dell'OR. Materiale: Lubriflon vergine, OR in NB 70 salvo diversa richiesta. Previsti per movimenti alternativi o organi rotanti molto lentamente, anche dove non é prevista lubrificazione. I riferimenti e la quota "C" sono gli stessi dei relativi anelli OR.

RP	D_1	d_1	RP	D_1	d_1	RP	D_1	d_1	RC	d_2	D_2	RC	d_2	D_2	RC	d_2	D_2
2007	6	2,8	6200	61	50,5	8587	162	148,3	2010	2	5,5	6250	63	73,4	8725	184	197,7
2010	6,5	3,2	6212	65	54,7	8600	165	151,3	2015	3	6,5	6262	66	76,4	8750	190	203,7
2012	7	3,7	6225	68	57,7	8625	172	158,3	2018	4	7,5	6275	70	80,4	8775	196	209,7
2018	8	4,7	6237	70	59,5	8650	178	164,3	2021	5	8,5	6287	73	83,4	8800	203	216,7
2021	9	5,7	6250	75	64,5	8675	184	170,3	2025	6	9,5	6300	75	85,4	8825	210	223,7
2025	10	6,8	6262	77	66,6	8700	191	177,3	2031	8	11,5	6312	80	90,4	8850	215	228,7
2031	11	7,6	6275	80	69,6	8725	197	183,3	2037	10	13,5	6325	82	92,4	8875	222	235,7
2037	13	9,7	6287	85	74,5	8750	203	189,3	3037	9	14,5	6337	85	95,4	8900	230	243,7
3037	15	10,1	6300	86	75,5	8775	210	196,3	3043	11	16,5	6350	90	100,4	8925	235	248,7
3043	16	10,9	6312	90	79,5	8800	216	202,3	3050	12	17,5	6362	92	102,4	8950	240	253,7
3050	18	13,1	6325	92	81,5	8825	222	208,3	3056	14	19,5	6375	95	105,4	8975	248	261,7
3056	20	14,7	6337	95	84,5	8850	230	216,3	3062	15	20,5	6387	98	108,4	81000	255	268,7
3062	21	15,9	6350	100	89,5	8875	235	221,3	3068	17	22,5	6400	100	110,4	81025	260	273,7
3068	22	16,6	6362	102	91,5	8900	242	228,3	4075	19	26,1	6412	104	114,4	81050	265	278,7
3075	25	19,8	6375	105	94,5	8925	250	236,3	4081	20	27,1	6425	107	117,4	81075	273	286,7
4075	26	19,1	6387	108	97,5	8950	255	241,3	4087	22	29,1	6437	111	121,4	81100	280	293,7
4081	28	21,2	6400	111	100,6	8975	260	246,3	4093	23	30,1	8450	114	127,7	81125	285	298,7
4087	29	22	6412	115	104,6	81000	270	256,3	4100	25	32,1	8462	117	130,7	81150	292	305,7
4093	30	22,9	6425	118	107,6	81025	275	261,3	4106	27	34,1	8475	120	133,7	81175	300	313,7
4100	32	25	6437	121	110,6	81050	280	266,3	4112	28	35,1	8487	123	136,7	81200	305	318,7
4106	34	27	6450	125	114,6	81075	286	272,3	4118	30	37,1	8500	126	139,7	81250	318	331,7
4112	35	28	8450	127	113,3	81100	295	281,3	4125	31	38,1	8512	130	143,7	81300	330	343,7
4118	37	30	8462	130	116,3	81125	300	286,3	4131	33	40,1	8525	133	146,7	81350	342	355,7
4125	38	30,9	8475	135	121,3	81150	305	291,3	4137	35	42,1	8537	136	149,7	81400	355	368,7
4131	40	32,9	8487	137	123,3	81175	315	301,3	4143	36	43,1	8550	139	152,7	81450	370	383,7
4137	42	35	8500	140	126,3	81200	320	306,3	6150	38	48,4	8562	142	155,7	81500	380	393,7
4143	43	35,9	8512	143	129,3	81250	330	316,3	6162	40	50,4	8575	145	158,7	81550	393	406,7
4150	45	37,9	8525	146	132,3	81300	345	331,3	6175	45	55,4	8587	149	162,7			
6150	50	39,6	8537	150	136,3	81350	355	341,3	6187	47	57,4	8600	152	165,7			
6162	52	41,8	8550	153	139,3	81400	370	356,3	6200	50	60,4	8625	158	171,7			
6175	55	44,7	8562	156	142,3	81450	380	366,3	6212	53	63,4	8650	165	178,7			
6187	58	47,7	8575	160	146,3	81500	395	381,3	6225	57	67,4	8675	170	183,7			
						81550	410	396,3	6237	60	70,4	8700	178	191,7			

Guarnizioni Lubroseals - A+P - Fasce di guida in Lubriflon PTFE

Angst+Pfister S.p.A. Viale Teodorico 25 Milano -TO-GE-BO-PD-Roma-NA



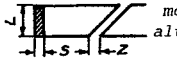
Fluido	Guarnizioni		Fasce di guida		mater. OR				
	Superfici di contatto								
	ten.	dure	ten.	dure	NB	EP	SI	FP	Kal
Olio idraulico	C50	G40-G60-B70	C50	G40-B60-B70	*			*	
Acqua, HFA-HFB(1)HFC(2)	C50				*	*		*	
HFD-R(3)-HFD-T(4)	C50	G40-G60-B70	C50	G40-B60-B70		*		*	*
Liquidi sintet. per freni	C50	G40-G60	C50	G40-B70		*			*
Acqua calda, Vapore	C50								
Aria secca	C50				*			*	
Aria lubrificata	V10-	G40-G60	C50	G40	*			*	
Gas industriali	C50	G40-G60-B70	C50	G40-B70	*	*	*	*	*
Carburanti, Combust.	V10-C50		C50-G40					*	
Prodotti alimentari	V00-V10-G40		G40				*		

(1) Emulsioni e miscele acqua-olio. (2) Acqua-glicole. (3-4) Fluidi udraul. ininfiammab.

Denominazione	Codice Rif.	Schema sezione	Utilizzo per oleo.	Utilizzo per pneu.	Lubriflon tipo	Cond. lim. es. pr. bar	temp. °C	vel. m/s	Gamma normale diametri	Montag. su cil.	Montag. su pis.
LGP	1820		*	*	V00 V10 G40 C50 G60 B70	800	-100+260 in relazione all'elast. scelto	moto alternato reciproco 15, altern. 4	8-500		*
LGC	1821		*	*					4-500	*	
LSC	1831		*	*					4-500	*	
LWC	1841		*	*					4-500	*	
Fasce guida	1670 1680		*	*	G40-B70(5) C50-B60(6)		-60 +260		S=1,5-2-2,5-3	*	*

(5) Normalizz. car. specif. 15N/mm². (6) su rich. carico spec. 18N/mm². Elastomeri OR °C: NB70 -30+100; EP75 -40+130; SI80 -40+200; FP75 -15+200; Kalrez -30+260.

Taglio delle fasce



movim. altern.

movim. rotatori

applicaz. speciali

Ø cil.	S	L	Z	Gioco Ø	Ø st.	S	L	Z	Gioco Ø
8÷50	1,5 2	3÷6,1 4÷9,5	1(Ø20)÷ 2	0,2÷0,8	4÷50	1,5 2÷2,5	3÷6,1 4÷9,5	1(Ø 5)÷ 3	0,1÷0,6
50÷100	2÷2,5	4÷ 12,5	2÷4	0,3÷1,2	50÷ 200	2÷2,5	5,4÷ 14,8	3÷8	0,2÷0,8
100÷200	2÷2,5	7,9÷ 14,8	4÷6	0,4÷1,6	200÷ 500	2÷2,5	14,8÷ 24,5	8÷14	0,3÷1
200÷300	2,5	12,5÷ 19,5	6÷10	0,5÷1,8		3	19,5÷ 29,5		
300-500	2,5	14,8÷ 24,8	10÷14	0,5÷2	Serie L = 3-4-5,4-6,1-7,9-9,5-12,5-14,8-19,5-24,5-29,5.				
	3	19,5÷ 29,5							

Guarnizioni OR metalliche - A+P - "Advanced Products Co"

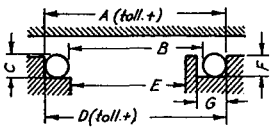


Figura 1 - Pressione interna

Spessore di parete degli anelli: Sez. Ø 0,89x0,15-1,57x0,15; 0,25; 0,30; 0,36-2,39x0,15; 0,25; 0,46-3,18x0,20; 0,25; 0,30; 0,51-3,96x x0,41; 0,51; 0,64-6,35x0,64; 0,81 9,53x0,97; 1,24; 1,27 -12,7x1,27; 1,65. Usare pareti sottili per minimo carico di compressione in presenza di basse pressioni. Usare anelli con parete pesante

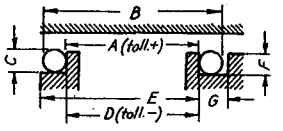


Figura 2 - Pressione esterna

(>0,25) quando la press. supera i 4000 N/cm². Per tenute di press. oltre 700 N/cm² é preferibile impiegare la min sez. disponibile. Ove si richieda max resilienza e min carico di compress. usare la max sez. disponibile. Per tenute ad alta press., la max resilienza si raggiunge con un compromesso.

Dimensioni comuni					Pressione interna				Pressione esterna			
					Anello		Scanalat.		Anello		Scanalat.	
C	F min/max	G min	toll. su A e D	spess. placcat. min/max	A (campo) Ø est.	B min A -	D A +	E max A -	A (campo) Ø int.	B max A +	D A -	E min A +
0,89	0,64/0,69	1,4	,13	,03/,04	6÷25	2,03	,13	2,29	4,5÷25	2,03	,00	2,29
1,57	1,19/1,27	2,29	,13	,03/,04	12÷125	3,43	,13	3,81	10÷125	3,43	,00	3,81
2,39	1,95/2,01	3,18	,13	,03/,04	25÷200	5,08	,25	5,59	45÷200	5,08	,13	5,59
3,18	2,54/2,67	4,06	,13	,03/,04	50÷250	6,86	,25	7,37	45÷250	6,86	,13	7,37
3,96	3,18/3,30	5,08	,13	,04/,05	100÷450	8,38	,38	9,53	90÷450	8,38	,25	9,53
4,78	3,81/3,94	6,35	,13	,04/,05	150÷750	10,16	,38	11,43	140÷750	10,16	,25	11,43
6,35	5,08/5,21	8,89	,20	,05/,08	200÷1000	13,46	,50	15,24	190÷1000	13,46	,25	15,24
9,53	7,62/7,75	12,7	,25	,05/,08	400÷2000	20,32	,50	22,86	400÷2000	20,32	,25	22,86
12,7	10,16/10,29	16,51	,25	,08/,10	800÷4500	26,67	,50	30,48	800÷4600	27,67	,25	30,48
Toll. su C (max e min) ,08,03(0,89÷3,18);.10,00(3,96); ,13,00(4,78÷9,53); ,15,00(12,7)												

Dimens. in mm prima della placcatura. Per anello placcato o rivestito: aumentare la dimens. D di due volte lo spess. del rivestimento per press. interna; diminuirla per press. esterna. Interpellare la Ditta fornitrice per le dimens. dei campi dei diam. A.
Anelli placcati - Per ottenere superfici levigate, omogenee e soffici. Elettroplaccature più comuni e temp. max ammissibili: argento 925°C, oro 1040°C, nichel 1370 °C, rame 1040°C, teflon 269°C.
Materiali - normalmente acciaio inox 321 oppure inox 304, 316,347 Monel, Inconel X, lega Haynes 25.
Tenute per alte temp. - con anelli riempiti di gas a press.(figura 3)(temp. > 425°C per acc. inox e Inconel, > 650°C per Inconel X e lega Haynes 25) si aumenta la resilienza del 100% quando le temperatura raggiunge i 540°C.
Tenute per alta press. - con anelli perforati (fig. 4) per press. maggiori di 685 N/cm².
Applicazioni industr. e militari-Costruzioni aeronautiche, missilistiche, motori per jet e razzi, macchine speciali, chimiche, plastiche, di strumentazione, autoclavi, tubazioni per fluidi, ecc.

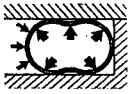


Fig. 3-

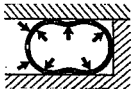


Fig. 4-

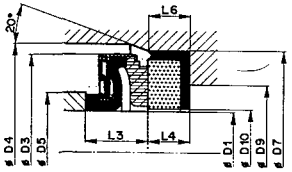
Anello installato con la giusta compressione

Tenute meccaniche "CYKARO"

Angst + Pfister S.p.a.
Viale Teodorico 25 - 20149 Milano

Le tenute meccaniche Cykaro sono state progettate e realizzate per tenute di qualsiasi tipo di fluido su macchine rotanti in base ai problemi ed alle esigenze degli utilizzatori e sono intercambiabili a livello internazionale. Per pompe, compressori, motori, riduttori, cuscinetti, veicoli, agitatori, miscelatori, elettrodomestici, ecc.

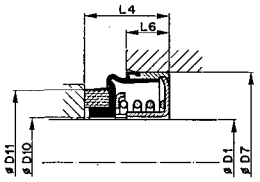
Tenute di acqua e soluzioni detergenti pulite o sporche, oli minerali, animali, sintetici, per cambi, combustibili, grassi, carburanti, idrocarburi, acidi non ossidanti, prodotti alimentari liquidi, liscivia, gas.
Per ognuno di questi fluidi sono disponibili diversi tipi di tenuta, ognuna eseguita con i materiali più appropriati come:
Carbone impregnato di resina sintetica o antimonio, carburi metallici al tungsteno, silicio ceramica, Nitrile, Viton, EPDM, acciai inossidabili, ottone.
Alcuni dei tipi disponibili:
Tipo A



Anello rotante Tipo A — Anello fisso Tipo B

Fluidi: acqua, liquidi acquosi e tutti i tipi di oli, acidi deboli e soluzioni alcaline, prodotti alimentari, gas.
Pressioni int. 4-6 bar, esterne 4 bar. Temperature - 25 + 200°C.
Velocità periferica 8-10 m/s.
Diametri albero da 6 a 70 mm.
Tre modelli di anello fisso B-C-D
Montaggio interno, inverso, esterno.

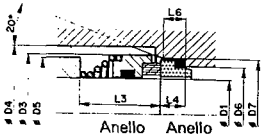
Tipo E - K



Fluidi: acqua, acqua calda, liquidi acquosi, tutti i tipi di olio, detergenti, prodotti alimentari (tipi E - F - G).
Temperatura - 30 + 180°C.
Velocità periferica max 10 m/s.

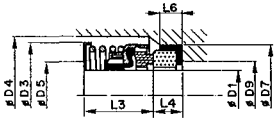
	E	F	G	H	I	K
Pressione	2	1,5	1,5	20	3	3
Ø alberi	12÷40	6÷24	20÷55	15÷40	12÷25	13÷24

Tipo L + M



Anello rotante Tipo L — Anello fisso Tipo N

Fluidi: acque, oli, acidi, alimentari, gas. Pressione max 12 bar.
Temperatura - 25 + 200°C.
Velocità periferica max 12 m/s.
Diametro alberi: L da 6 a 45 mm, M da 10 a 35 mm.
Tipo O + P



Anello rotante Tipo O — Anello fisso Tipo B

Fluidi: acque, oli, acidi, soluzioni alcaline, prodotti alimentari, gas.
Temperatura - 25 + 200°C.
Pressioni: 14 bar (O), 7 bar (P)
Diametro alberi: 8-50 mm (O), 12,7-25,4 mm (P).

Guarnizioni per oleoidraulica e pneumatica - Anelli raschiatori

Angst+Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma-NA

Impiego.- Tenuta su cilindri idraulici e pneumatici | tenuta su aste di valvole e di rubinetti.

	Rifer.	Sezione	Pr. bar	Temp °C	Vel. m/s	Diam. mm
Montaggio su cilindro	UM		100	-20 +100	0,2	d 5-450
	U		100	-20 +100	0,2	d 3,17-469,90
	DI DIM		100	-20 +100	0,2	d 3,17-228,60
	H		40	-20 +100	0,2	d 3,17-203,20
Montaggio su pistone	UM		100	-20 +100	0,2	D 12-500
	U		100	-20 +100	0,2	D 7,93-508
	DE DEM		80	-20 +100	0,2	D 9,52-355,60
	C		40	-20 +100	0,2	D 6,35-406,40
Anelli raschiatori	R 2460		Applicazioni: su stelo oleoidraulica e pneumatica	-30 +100	4	d 20-200
	MV 2420					d 12-200
	RM 2470			-30 +100	4	d 8-80
	RS 2409			-30 +100	4	d 6-220
	2410			-40 +100	4	d 8-250

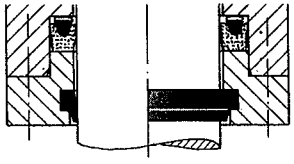
Caratteristiche generali

- Guarnizioni -

Materiale - normalmente impiegata la qualità H9 (durezza 90 Shore A) e la qualità H7 (durezza 75 Shore A). Proprietà - Ottima resistenza agli oli minerali e idraulici impiegati nei comandi oleodinamici, notevole resist. meccanica e all'usura. Le guarnizioni DI e DE sono derivate da misure in pollici. Le guarnizioni DIM e DEM sono in misure metriche. In nessun caso é ammesso un funzionamento in assenza di lubrificaz. Nei cilindri pneumatici prevedere nebulizzatori d'olio.

- Anelli raschiatori -

Gli anelli raschiatori sono normalmente previsti per evitare che elementi esterni quali acqua, fango, polveri ed altro possano venire a contatto con organi di guida o di tenuta di steli di apparecchiature oleodinamiche e pneumatiche in moto alternativo assiale come: cilindri di macchine per movimento terra, cilindri di presse, steli di valvole e distributori, protezione cuscinetti a movimento assiale.
Materiale - gomme resistenti ai grassi, ai lubrificanti, ai liquidi idraulici, benzina, petrolio, acque e soluzioni basiche. Su richiesta sono disponibili materiali speciali.



Guarnizioni PRÄDIFA per pneumatica

Angst+Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma-NA

Le guarnizioni di questa serie normalizzata vengono normalmente fornite in uno speciale materiale a base di elastomero nitrilico NBR che si distingue per le sue particolari dote di scorrevolezza anche con diverse condizioni di attrito. Per funzionamento a temperature più elevate impiegare esecuzioni speciali fornibili a richiesta. Per la particolare struttura geometrica, ed in relazione al particolare materiale utilizzato queste guarnizioni, dopo la lubrificazione effettuata in fase di montaggio, possono essere anche utilizzate per impianti funzionanti con aria non lubrificata. Questo permette la eliminazione dell'inquinamento provocato negli ambienti di lavoro da miscele di aria e vapori d'olio.

Rif.	Sezione		Pr. bar	Temp. °C	Vel. m/s	Diam. mm	Caratteristiche
1510		montaggio su cilindro	10	-30 +100	1	d 4-10	Per aste di pistoni di piccoli cilindri pneumatici. Duplice funzione di tenuta e raschiamento assicurata da unico anello.
1580			16	-30 +100	1	d 12-50	Doppio elemento (gomma e resina) per tenuta, raschiamento e bloccaggio nella sede.
1550			16	-30 +80	1	d 5-55	E'adatta anche per l'oleo idraulica a basse e medie pressioni. La geometria del labbro di tenuta é arrotondato anziché a spigolo vivo.
1540		montaggio su pistone	16	-30 +80	1	D 12-320	
1560 1561			16	-30 +100	1	D 16-100	Su cilindri a doppio effetto (1560) a semplice effetto (1561).
1570			16	-30 +100	1	D 25-200	Per pistoni pneumatici monoblocco, con elemento metallico interno vulcanizzato quale sostegno. Speciali scanalature assicurano la distribuzione uniforme della pressione su tutta la superficie della guarnizione.
2310		smorzatori	16	-30 +100	-	d 14-50	Questi anelli di smorzamento di fine corsa, oltre alla frenatura del pistone effettuano le funzioni svolte dalle valvole di ritegno con limitati spostamenti nella sede
2360			10	-30 +80	-	d 10-70	

Guarnizioni PRÄDIFA per oleoidraulica

Angst+Pfister S.p.A. Milano- TO-GE-BO-PD-Roma-NA

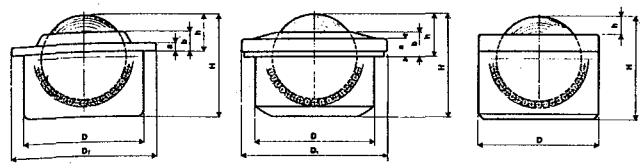
La gamma dei materiali PRÄDIFA é divenuta sempre più ampia in seguito alle più diverse condizioni di esercizio a cui sono soggette le guarnizioni. In ogni caso é possibile consigliare, per i singoli profili, il materiale più adeguato che garantisca la migliore durata delle guarnizioni, in un ampio spettro di condizioni di esercizio. I tipi delle gamme normalizzate API sono generalmente nelle esecuzioni di questi materiali. Nel caso in cui le guarnizioni debbono essere montate in contatto di liquidi sintetici e infiammabili, acqua calda, fluidi per freni, oppure a temperature elevate, impiegare esecuzioni speciali, che possono essere forniti su richiesta dell'utilizzatore.

	Rif.	Sezione	Press. bar	Temp. °C	Vel. m/s	Dia. mm	Caratteristiche
montaggio su cilindri	2601		350	-40 +100	0,5	d 8-200	Anelli intermedi, tessuto impregnato di gomma a base di NBR resistente all'abrasione, all'invecchiamento e all'olio miner., oppure in sola gomma NBR. Press. 2601:350 bar, 2602:500 bar
	2602		500	-40 +100	0,5	d 20-200	
	2620		315	-30 +100	0,5	d 10-200	Generalmente eseguite in elastomero nitrilico NBR con durezza di 88 Shore A.
	2610		300	-40 +100	0,5	d 8-200	In tessuto gommato per oli minerali, impregn. a base di elastom. nitrilico NBR.
	2621		300	-30 +100	0,5	d 8-160	Anello di gomma elastomero a base NBR. Anello di scorrim. mater. a base PTFE.
	2628		250	-30 +100	0,5	d 5-200	Tessuto fibre tessili impregn. con NBR. Anello sost. in elast. nitril. NBR.
montaggio su pistoni	2603		500	-40 +100	0,5	D 20-300	Tessuto di fibre tessili impregnato con elastomero nitrilico NBR.
	2618		500	-40 +100	1	D 32-300	Tessuto gommato a base di NBR, gli anelli di press. a struttura più rigida.
	2636		315(1 250(2 160(3	-30 +100	0,5	D 40-100	Guarn.NBR,sost.res.polies. guide res. poliammide. (1) a60°C,(2)a 80°C,(3)a 100°C
	2611		300	-40 +100	0,5	D 20-300	Tessuto gommato impregnato a base di elastomero nitrilico NBR.

Sfere portanti per piani trasportat. Cuscin. spec. e Rotelle "STAR"

Angst+Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-PD-BO-Roma-NA

Sfere portanti "STAR" per piani trasportatori



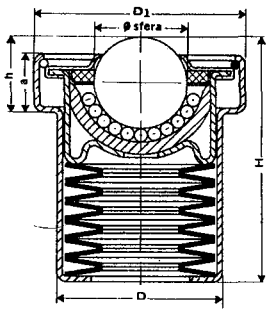
Tipo KU (scat.stamp.) Tipo KUM 60 (scat.massicc.acc.) Tipo EV 3844

N° riferimento	Ø sf.	D	D_1	h	H	a	b	Portata daN esecuz. * A B	A-S B-S	C	C-S	D	massa kg esecuz. A,B e C
KU 15	15	24 ± 0,042	31	9,5 ± 0,2	21	2,8	6,3	20	12	15	9	4	0,050
KU 22	22	36 ± 0,050	45	9,8 ± 0,2	30,5	2,8	5,5	80	48	60	36	10	0,180
KU 30	30	45 ± 0,050	55	13,8 ± 0,3	36,8	4,0	8,3	150	90	112	67	20	0,285
KU 45	45	62 ± 0,060	75	19,0 ± 0,4	53,5	4,0	10,0	250	150	187	112	-	0,780
KUM 60	60	100 ± 0,070	117	29,5 ± 0,4	77,5	13,0	14,5	900	600	675	450	-	3,500
EV 3844/1	76	130 ± 0,080	-	23,0 ± 0,4	103	-	-	2000	1200	-	-	-	8,600
EV 3844/2	90	145 ± 0,080	-	25,0 ± 0,4	115	-	-	2400	1440	-	-	-	11,000

Sfere portanti "STAR" con elementi molleggianti

Per una maggiore distribuzione del carico sulle singole sfere. Assorbimento elastico di eventuale sovraccarico.

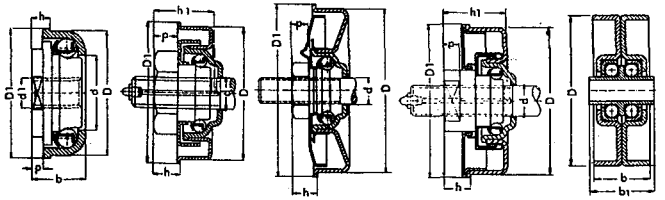
Riferim. KUF	22	30	45
Ø sfera	22	30	45
D	39	48,5	66,5
D_1	50	62	85
h	18	24,5	36
H	58	69	100
a	14	18,5	26
Port. daN	80	150	250
Precar.daN	70	135	230
Massa kg	0,37	0,62	1,65



Tipo KUF
solo esecuzione A

Esecuzioni:
A = in acciaio.
B = superf. est. cadmiate
C = tutte la parti cadm. sfere e sferette inox
D = sfera grande in res. sint. (soloKU15,22,30).
S = per mont. con sfere capovolte (solo esec. A, B, C.).
Le sfere KU15,EV3844/1, EV3844/2 sono forn. senza guarnizioni in feltro.
Le sfere KU30 e KU45 sono fornite a richiesta con fondo forato.
*Carichi validi per temp. di eserc. fino a 100°C. (80°C per esecuzione D)

Cuscinetti "STAR" per rulli trasportatori
Rotelle portanti per vie di trasporto aeree.



Tipo KLA Tipo KLC Tipo KLJ Tipo KLF Tipo LRA

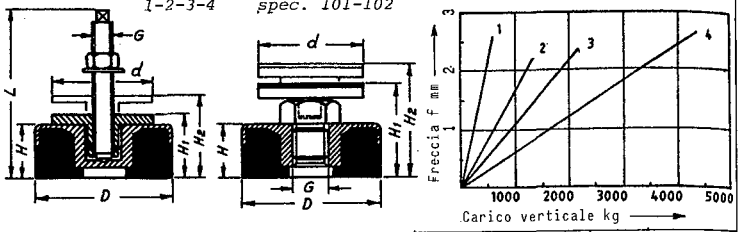
Chiedere Prospetto (completo di tutti i tipi) alla ditta A + P.

Zoccoli antivibranti "MAKO"

Angst+Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-PD-BO-Roma-NA

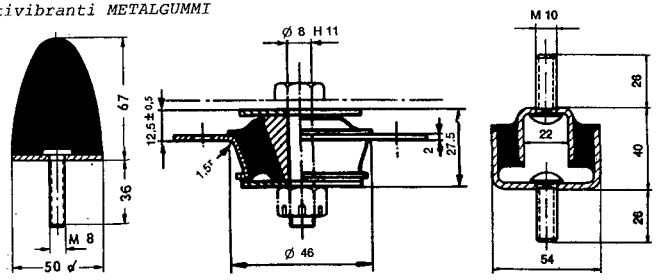
Urti o vibrazioni generati da macchine in movimento vengono ridotti o eliminati dagli zoccoli antivibranti MAKO che assorbono vibrazioni o rumori e ne impediscono la trasmissione alla base di appoggio, ai locali vicini, alle altre macchine, agli strumenti di misura delicati o elettronici. La loro elevata aderenza al pavimento elimina la necessità di ancorare la macchina che può quindi essere facilmente spostata. Gli zoccoli MAKO sono regolabili in altezza per un perfetto livellamento. La mescola di gomma sintetica a base di neoprene (Durezza 80 Shore A) é resistente all'olio. Sono indicati per macchine utensili, trance, presse, stampaggio materie plastiche, apparecchiature di precisione, ecc.

Esecuzione 1-2-3-4 — Esecuzione spec. 101-102 — MAKO 1-101 2-102



Esecuzione		normale 1	2	3	4	speciale 101	102
Dimensioni in mm	D	80	120	160	200	80	120
	d	60	80	100	130	60	80
	G	M12x1,25	M16x1,5	M20x1,5	M24x2	M20x1,5	M24x2
	H	31	35	45	55	31	35
	H1	38	46	53	63	54	6
	H2	50	59	68	78	64	7
	L	126	131	187	197	-	-
Carico ammesso per:							
macchine in genere (daN)		50÷500	400÷1000	800÷2000	1500÷4000	50÷500	400÷1000
presse 200 colpi/min "		50÷120	100÷250	250÷500	500÷800	50÷120	100÷250
presse 160 colpi/min "		60÷140	120÷350	350÷600	600÷1400	60÷140	120÷350
presse 125 colpi/min "		70÷200	200÷400	400÷1000	1000÷2000	70÷200	200÷400

Antivibranti METALGUMMI



Puffer 741280 — Cono 786021 — U - 782001

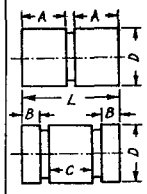
La gamma completa può essere richiesta alla Diita fornitrice A + P

Perni elastici (Flexural Pivot)

LUCAS Aerospace Power Trasmission Corp. LAPTC 211 Seward Avenue PO Box 457 UTICA (NY) USA - Fax 3157931209

elastico a sbalzo (serie 5000) — elastico doppio (serie 6000)

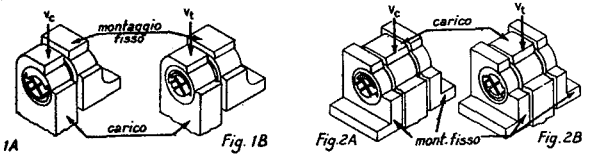
D nom.	N° di catalogo serie 5000	serie 6000	Massa in grammi serie 5000	serie 6000	Capacità di carico N** figura 1A Vc	1B Vt	2A Vc	2B Vt	Cost. elast. N cm rad*
3,18	5004-400	6004-400	0,151	0,129	111,2	111,2	124,6	124,6	9,04
	5004-600	6004-600	0,140	0,120	39,15	53,61	78,74	111,2	1,13
	5004-800	6004-800	0,129	0,111	3,91	15,57	9,79	20,9	0,13
3,97	5005-400	6005-400	0,290	0,254	173,5	173,5	195,7	195,7	18,1
	5005-600	6005-600	0,267	0,236	61,38	86,75	122,8	112,2	2,26
	5005-800	6005-800	0,249	0,216	6,19	24,47	15,57	20,91	0,28
4,76	5006-400	6006-400	0,508	0,454	249,1	249,1	280,3	280,3	30,6
	5006-600	6006-600	0,472	0,422	88,08	124,6	176,2	249,1	3,69
	5006-800	6006-800	0,435	0,390	9,26	30,25	21,8	40,04	0,46
6,35	5008-400	6008-400	1,179	1,089	444,9	444,9	502,7	502,7	73,9
	5008-600	6008-600	1,089	0,998	157,5	222,4	314,5	444,9	9,23
	5008-800	6008-800	1,043	0,953	14,94	62,28	37,81	84,52	1,16
7,94	5010-400	6010-400	2,359	2,132	694	694	783	783	145
	5010-600	6010-600	2,177	1,996	244,7	347	489,4	694	18,5
	5010-800	6010-800	1,996	1,814	25,27	97,43	62,28	129	2,30
9,53	5012-400	6012-400	4,037	3,719	1000	1000	1126	1126	249
	5012-600	6012-600	3,765	3,447	355,9	502,7	707,3	1001	31,1
	5012-800	6012-800	3,493	3,221	35,23	140,1	88,08	186,8	3,74
12,7	5016-400	6016-400	9,435	8,936	1779	1779	2002	2002	587
	5016-600	6016-600	8,754	8,301	627,3	888,7	1259	1779	73,5
	5016-800	6016-800	8,119	7,666	63	250,5	157,5	333,6	9,19
15,88	5020-400	6020-400	18,55	17,42	2780	2780	3127	3127	1196
	5020-600	6020-600	17,19	16,15	983,2	1388	1966	2780	147
	5020-800	6020-800	15,97	14,97	98,23	390,6	244,7	520,5	19,1
19,05	5024-400	6024-400	35,38	30,84	4004	4004	4506	4506	2059
	5024-600	6024-600	29,44	28,58	1415	2002	2829	4004	258
	5024-800	6024-800	27,31	26,49	138,5	565	347	751,8	32,2
25,4	5032-400	6032-400	74,84	73,26	7118	7118	8008	8008	4874
	5032-600	6032-600	69,40	67,95	2518	3559	5032	7118	608
	5032-800	6032-800	64,32	62,96	251,6	1001	627	1335	76,1
4,76	-	9001-650	-	1,006	-	-	66,72	111,2	1,93



*Costante elastica (N-cm per-rad) a carico zero ** Solo carico radiale a deflessione zero. Vc = carico compressione. Vt = carico in tensione. Applicati su una sezione del perno a sbalzo o alla sezione di centro del perno doppio tendono rispettivamente a comprimere (Vc) o a tensionare (Vt) le molle. Figure esplicative e curve della durata (per 35000, 220000 cicli e durata indefinita) in funzione delle deflessioni angolari e del carico sono riportate nella pagina seguente. Materiale standard: corpo perni AISI 410 oppure AISI 420 (acc. inox) elementi flessibili AISI 420. Costruzione brasata.

segue

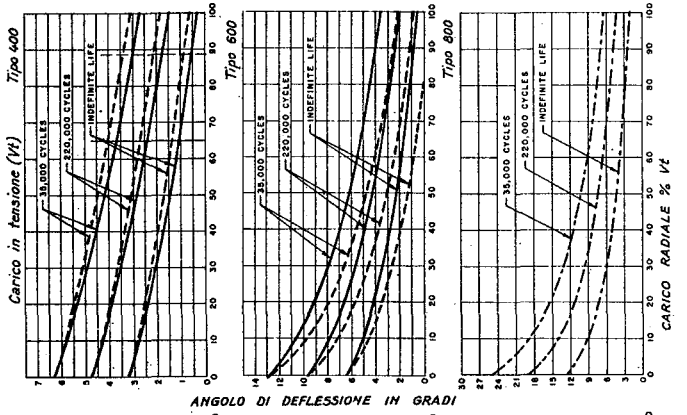
segue: Perni elastici (Flexural Pivot)

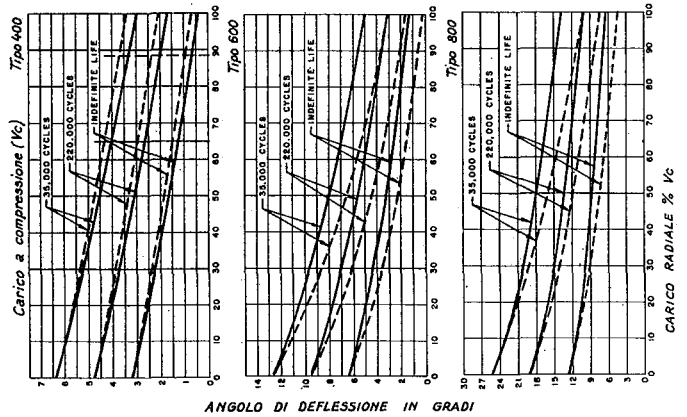


La posizione di montaggio dei perni sui supporti, rispetto alla direzione del carico sul supporto libero, determina una compressione (Vc) o una tensione (Vt) sulle molle dei perni.

Curve di durata (cicli totali di durata)

——— a sbalzo (serie 5000) — — — doppi (serie 6000) —·—·— denota a sbalzo e doppi





Applicazioni tipiche: Apparecchiature dove i perni elastici agiscono come barre o molle di torsione

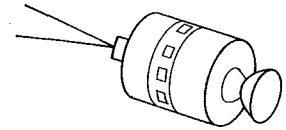
segue

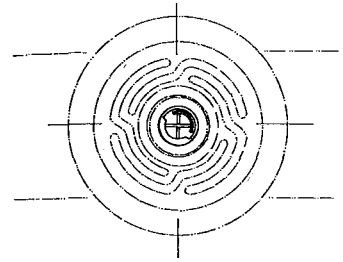
segue: Perni elastici (Flexural Pivot) - Applicazioni

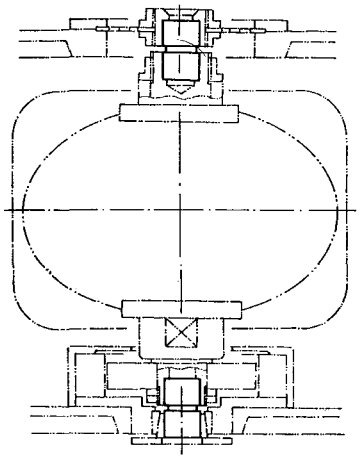
Dim. mm D nom	D +0 -0,127	L ±0,76	A ±0,127	B ±,127	C +0,127 -0,381
3,18	3,175	5,08	2,413	1,143	2,159
3,97	3,9688	6,35	3,048	1,448	2,794
4,76	4,7625	7,62	3,607	1,702	3,302
6,35	6,35	10,16	4,826	2,286	4,445
7,94	7,9375	12,7	6,045	2,845	5,588
9,53	9,5250	15,24	7,239	3,429	6,731
12,7	12,7	20,32	9,652	4,572	9,017
15,88	15,875	25,4	12,065	5,715	11,303
19,05	19,05	30,48	14,478	6,858	13,589
25,4	25,4	40,64	19,558	9,398	18,669
4,76	4,7625	17,65	-	3,429	9,220

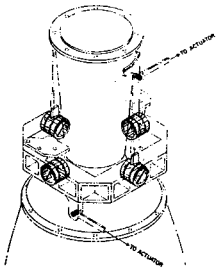
I Flexural Pivot sono privi di attrito, non richiedono lubrificazione e resistenti alle radiazioni; prestazioni sostanzialmente stabili, eccezionale ripetibilità, adatti per uso nel vuoto, nessuna corrosione interna, largo campo di elasticità, buona linearità, isteresi trascurabile per piccole deflessioni predeterminabile per deflessioni grandi.

Applicazioni tipiche:
Controlli
Indicatori
Registratori
Controlli superfici
Regolatori
Strumenti
Molle a torsione
Controllo ugelli missili
Calcolatori
Valvole a farfalla
Trasmissioni tiranteria
Relé
Giroscopi
Trasduttori
Sospensioni cardaniche
Accelerometri









Giunto cardanico ad anello del motore di un razzo.

Sistema di montaggio dei Flexural Pivot sullo specchio di scansione di un sensore ad infrarossi per satellite meteorologico.

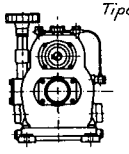
Variatori e motovariatori oleodinamici Flender Cigala

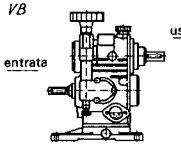
Via Porpora 147 MILANO telef. 02-2895151 Fax 02-2840082

Con i variatori -IDROVAR- Flender Cigala ha realizzato un variatore oleodinamico semplice, con elevato rendimento che rappresenta una valida alternativa ai variatori meccanici e a quelli elettronici.

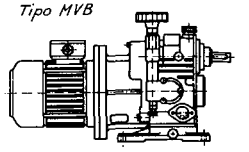
IDROVAR serie 0

Tipo VB





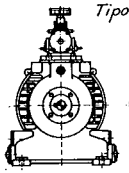
Tipo MVB

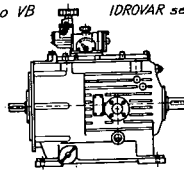


Tipo	Pot. mot. kW	Velocità albero: motore giri/min	Velocità albero: di uscita giri/min	Potenza resa in kW: max vel. usc.	alle velocità intermedie: 1400	1350	1200	1050	900	750	600	450	300	150	Coppia max No.Sp.	Coppia max Nm
0,22	0,37	1450	1400-0-1400	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,22	0,20	,16	,09	6	8
	0,37	1450	740-0-740	0,24	-	-	-	-	-	0,24	0,24	0,24	,22	,16	11	16
	0,37	1450	415-0-415	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	,24	,22	19	30
0,32	0,55	950	900-0-900	0,41	-	-	-	-	0,41	0,41	0,41	0,36	,24	,12	8	11
	0,75	950	900-0-900	0,60	-	-	-	-	0,60	0,57	0,48					
	0,75	1450	1400-0-1400	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,50	0,45					
	1,1	1450	1400-0-1400	0,82	0,82	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,48					
0,42	1,1	950	900-0-900	0,82	-	-	-	-	0,82	0,82	0,82	0,72	,48	,24	16	19
	1,5	950	900-0-900	1,20	-	-	-	-	1,20	1,12	0,95					
	1,5	1450	1400-0-1400	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,05	0,92					
	2,2	1450	1400-0-1400	1,70	1,70	1,70	1,56	1,42	1,28	1,12	0,95					
0,52	2,2	950	900-0-900	1,70	-	-	-	-	1,70	1,70	1,65	1,35	,90	,45	30	36
	3	1450	1400-0-1400	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,22	2,13	1,80					
	4	1450	1400-0-1400	3,20	3,20	3,20	2,95	2,70	2,45	2,20	1,80					

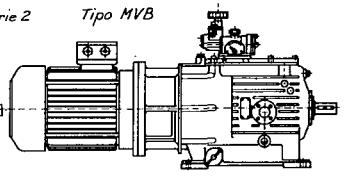
IDROVAR serie 2

Tipo VB





Tipo MVB



Tipo	Pot. mot. kW	Vel. albero: motore giri/min	Vel. albero: di uscita giri/min	Potenza resa in kW: max vel. uscita	alle velocità intermedie: 1350	1200	1050	900	750	600	450	300	150	Copp. max Nomin.	Copp. max spunto Nm
234	4	950	0-900	3,00	-	-	-	3,00	2,95	2,90	2,80	2,60	1,66	110	130
	5,5	950	0-900	4,40	-	-	-	4,40	4,35	4,30	4,10	3,32			
	5,5	1450	0-1350	4,12	4,12	4,08	4,04	4,00	3,96	3,92	3,80	3,32			
	7,5	1450	0-1350	6,00	6,00	5,95	5,90	5,85	5,80	5,60	4,90	3,32			
	9,2	1450	0-1350	7,72	7,72	7,54	7,36	7,18	7,00	6,40	4,98	3,32			
252	11	950	0-900	8,45	-	-	-	8,45	8,10	7,75	7,40	6,75	3,68	240	290
	11	1450	0-1350	8,14	8,14	7,94	7,74	7,54	7,34	7,14	6,94	6,25			
	15	950	0-900	12,30	-	-	-	12,3	12,0	12,0	11,0	7,36			
	15	1450	0-1350	11,70	11,7	11,5	11,3	11,1	10,9	10,7	9,90	7,36			
	18,5	1450	0-1350	15,16	15,2	15,0	14,8	14,7	14,4	13,2	11,0	7,36			
	22	1450	0-1350	18,60	18,6	18,4	18,2	18,0	17,2	14,7	11,0	7,36			

Motoriduttori e riduttori "MOTOX" - Flender-Cigala Milano

Informazioni tecniche comuni per i tre tipi di comandi

Motoriduttori e riduttori sono forniti in esecuzione: con piedi, flangia o albero cavo. Possono essere montati in qualsiasi posizione in funzione delle quantità di olio. Con motore trifase a gabbia di scoiattolo.

1) Esecuzione standard per 50 Hz.
2) Esecuzione antideflagrante.
3) Con freno incorporato.

Protezione del motore IP 54.

- Motori -

Specifica VDE 0530 (macch.elett.)
VDE 0171 (costr. antideflagrante)
Potenze coordinate alle grandezze tensioni nominali 230V,380V 50 Hz

- Costruzione meccanica -

Le dimensioni principali corrispondono alle norme DIN e cioé:

Altezze d'asse	DIN 747
Estremità alberi	DIN 748/1
Fori filett. testa alb.	DIN 332/2
Flange di fissaggio	DIN 42948
Chiavette	DIN 6885/1
2a estr. alb. motore	DIN 748/3

Riduttore e motore formano un gruppo robusto ed esteticamente valido. I carter in ghisa sono di costruzione robusta adatta per ammortizzare le vibrazioni in servizio continuo. Le guarnizioni impediscono perdite di olio e penetrazione di polvere. Gli ingranaggi, dei migliori materiali, sono fresati, rasati, trattati termicamente e rettificati, questo assicura tranquillità di funzionamento e ridotta rumorosità. La loro costruzione modulare permette grande flessibilità di utilizzazione.

- Scelta del comando -

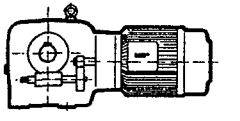
Per la scelta del riduttore sono determinanti le condizioni d'impiego per le quali occorre considerare i fattori di servizio relativi, come: grado d'urto dipendente dal tipo di macchina operatrice; ore di funzionamento; avviamenti/ora; servizio temporaneo; temperatura ambiente.

Per calcolare questi ed altri eventuali fattori é necessario interpellare la ditta fornitrice: Flender-Cigala, Via Porpora 147 Milano tel. (02)2895151 alla quale si può chiedere il catalogo:

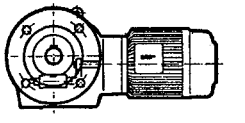
S04 Comandi a vite senza fine.
G03 Comandi a ingranaggi cilindr.
K01 Comandi a coppia conica.

Motoriduttori e riduttori a vite senza fine "MOTOX"

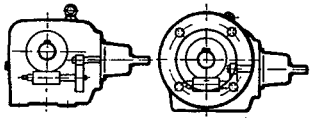
I motoriduttori a vite senza fine e a vite s.f. e ingran. cilindrici sono utilizzati per il comando di macch. a bassa veloc. e si applicano quando la veloc. in uscita non può ottenersi in modo economico coi motorid. a ingr. cilindrici, oppure quando la costruzione con rinvio ad angolo rende possibile risparmiare spazio. Si possono applicare freni elettromagnetici, dispositivi di non ritorno e interruttori.



Motoriduttore esecuz. con piedi



Motoriduttore esecuz. con flangia



Riduttore esec. con piedi-con fl.

- Motoriduttori -

Potenza da 0,06 a 30 kW.
Coppie di uscita da 10 a 6000 Nm.
Velocità albero lento da 0,10 a 340 giri/min.
Per bassissime velocità:
(n=0,04 a 4,6 g/m, 160 a 4400 Nm)

- Riduttori -

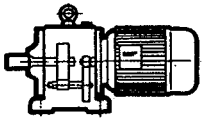
Potenze da 0,09 a 22 kW.
Coppie di uscita da 200 a 4400 Nm
Velocità albero lento da 0,04 a 167 giri/min.

segue

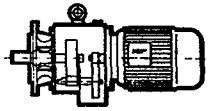
segue: Motoriduttori e riduttori "MOTOX" - Flender-Cigala Milano

Rendimento fino al 98 %.
- Esecuzione -
a) Con vite montata a sbalzo quando non esistono applicazioni del carico particolarmente bruschi e momenti d'inerzia esterni.
b) Con vite a doppio supporto indicata per i dispositivi di posizionamento e quando vi siano inversioni e manovre frequenti.
c) Con precoppia cilindr., quando sono necessari elevati rapporti totali di riduz. (fino a 250 e alto rendimento fino al 93%).
d) Con coppia cilindr. in uscita ottimo per la sua costruz. compatta, ampia gamma di rapporti e buon rendimento.
- Costruzione meccanica -
Costruzione robusta e minimo ingombro, possibilità di svariate forme costruttive.
Rapporti di riduzione 75:1 (vite s.f.) 250:1 (vite e precoppia cilindrica) 460:1 vite e coppia cilindrica in uscita). A partire dalla grandezza 21 vengono montate viti s.f. "CAVEX".
- Forme costruttive -
Motoriduttori:
- Esecuzione normale.
- Con flangia, giunto e motor.IEC
- Esecuzione doppi.
- Doppi, flangia, giunto,mot. IEC
- Con albero cavo (con o senza braccio di reazione).
Riduttori:
- Esecuzione normale.
- Con flangia per motore IEC più giunto.
- Esecuzione doppi.
- Doppi con flangia, giunto e motore IEC.
- Con sedia portamotore.
- Con albero cavo (con o senza braccio di reazione).

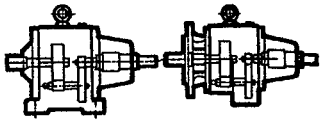
Motoriduttori e riduttori a ingranaggi cilindrici "MOTOX"
Sono impiegati per l'azionam. di macch. a bassa veloc. e utilizzati quando la normale veloc. di un motore non corrisponde più alle esigenze della macchina comandata. Si possono applicare freni elettromagnetici di non ritorno e tachimetri.



Motoriduttori, esecuz. con piedi.



Motoriduttore, esec. con flangia.



Riduttore esec. con piedi-con fl.

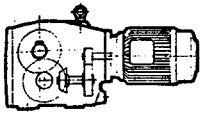
Motoriduttori:
Potenze da 0,12 a 160 kW.
Veloc. alb. lento 0,06 a 1000 g/m
Per bassissime velocita:
(n = 0,06 a 5,8 giri/min, 180 a 15000 Nm).
Riduttori:
Coppia di uscita da 20 a 15000 Nm
Veloc. alb. lento 0,06 a 1000 g/m
- Forme costruttive -
Motoriduttori:
- Esecuzione normale.
- Combinati per grandi riduzioni
- Con flangia per agitatore.
- Con motore a corrente continua.
Riduttori:
- Esecuzione normale.
- Con fl. per mot. IEC + giunto.
- Combinati per grandi riduzioni.
- Combinati con flangia per motore IEC + giunto.
- Con flangia per agitatore.
- Con flangia per agitatore e attacco per motore IEC + giunto.
- Con sedia portamotore.
- Con sedia portamotore e flangia per agitatore.

Motoriduttori e riduttori a coppia conica "MOTOX"
Sono utilizzati per il comando di macchine a bassa velocità e trovano il loro campo di applicazione

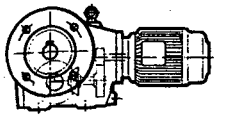
segue

segue: Motoriduttori e riduttori "MOTOX" - Flender-Cigala Milano

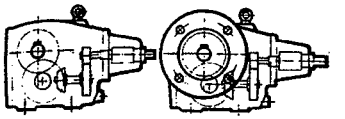
in tutti quei casi in cui la velocità in uscita non può essere ottenuta in maniera economica con i motori tradizionali.



Motoriduttore, esecuz. con piedi.



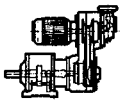
Motoriduttore, esec. con flangia.



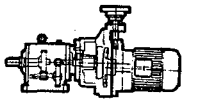
Riduttore esec. con piedi-con fl.

Motoriduttori:
Potenza da 0,12 a 160 kW.
Veloc. alb. uscita 0,14 a 154 g/m
Per velocità molto basse:
(n = 0,06 a 1,7 giri/min, 500 a 16000 Nm).
Riduttori:
Coppia di uscita da 500 a 16000 Nm
Veloc. alb. lento 0,06 a 154 g/m.
- Forme costruttive -
Motoriduttori:
- Esecuzione normale.
- Con applicato motoriduttore a ingranaggi cilindrici.
- Con flangia, giunto e motor.IEC
- Con appl. motorid. a ingr. cil.
- Con flan., giunto e motor. IEC.
Riduttori:
- Esecuzione normale.
- Con appl. ridutt. a ingr. cil.
- Con flangia per mot. IEC+giunto
- Con appl. ridutt. a ingr. cil. flangia per motore IEC + giunto
Si possono applicare freni elettromagn., dispos. di non ritorno, techimetri, mot. in c.c. Anche la coppia conica (standard) é fresata e cementata. La sua precis. dà coppie più elev. e ingombri ridotti

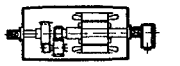
Altri prod. del programma "MOTOX"



Motovariat. a cinghia trapezoid.



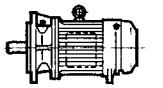
Motovariatori a frizione.



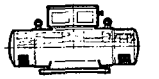
Moto - tamburi.

Motori per seghe circolari.

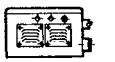
Motori sommersi



Motori per vie a rulli.



Generatori di frequenza



Convertitori di frequenza statici

Flender International
I prodotti Flender si trovano in tutti i paesi industrializzati del mondo a vantaggio dei costruttori che esportano le loro macch.

Deceleratori oleodinamici regolabili ad azione progressiva lineare

della Enertrols Inc. Rapp. Rimassa s.a.s. Via A. Cecchi 13 Genova

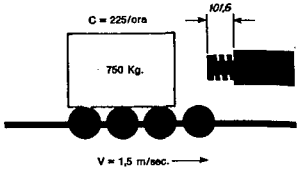
Il deceleratore Enertrol (ammortizzatore d'urti) realizza la decelerazione dosando il trafilamento dell'olio attraverso degli orifizi spaziati in sequenza esponenziale. La sezione di passaggio si può variare a mezzo di un dispositivo di regolazione esterno permettendo un'ottima decelerazione lineare in molte combinazioni di diverse velocità e carichi. E' costruito in diverse grandezze e in più modelli, offrendo ampie possibilità di montaggio, sempre in modo perfettamente rigido.

-Prestazioni dei decel. Enertrol-

Dimensioni		Prestazioni in kNm			Resist stat. supp. decel. kN~
Diam. int. poll.	Corsa mm	Per ciclo (E_3mx)	Per ora(E_4max) ritorno ar.-ol.	ritorno molla	
3/8	25,4	0,068	73,34	45,13	6,864
1/2	25,4	0,135	146,7	84,63	14,7
	50,8	0,271	158	98,17	
3/4	25,4	0,293	180,6	124,1	29,4
	50,8	0,586	225,7	146,7	
	76,2	0,880	270,8	180,6	
1 1/8	50,8	1,354	338,5	169,3	68,6
	101,6	2,708	451,4	225,7	
1 1/2	50,8	1,997	902,8	722,2	98,07
	88,9	3,498	1241	993,1	
	127	4,996	1580	1264	
	165,1	6,494	1918	1535	
2	50,8	2,708	1806	1444	137,3
	101,6	5,417	2483	1986	
	152,4	8,125	3160	2528	
	203,2	10,83	3837	3070	
2 1/4	50,8	4,514	1806	1444	225,6
	101,6	9,028	2483	1986	
	152,4	13,54	3160	2528	
	202,2	18,06	3837	3070	
3	127	11,28	2821	2257	225,6
	202,2	18,06	3837	3070	

Esempi di calcolo -
E_1=energia cinet.inerz.(Nm/ciclo)
E_2=energ. cin. propell.(Nm/ciclo)
E_3= en. tot. per ciclo (Nm/ciclo)
E_4= en. tot. x ora (E_3+C Nm/ora)
W = peso in kg. g = decel. in "g"
H = altezza tot. di caduta in mm.
F = forza propellente in N/mm².
S = corsa del deceleratore in mm
C = N° cicli x ora. V=veloc.in m/s

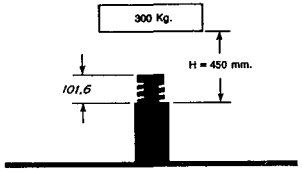
Esempio 1 -
Carico che si muove per inerzia pura. Pezzo che rotola su convogliatore a rulli.



$E_1 = 0,5xWxV^2 = 843,75$ Nm/ciclo.
$E_4 = E_1xC = 189844$ Nm/h.
Dalla tabella si ricava che un Enertrol da 1 1/8x101,6 può impiegarsi in tale applicazione con margine di riserva.

Esempio 2 -
Carico che si muove per inerzia più la spinta di una forza. Dati uguali all'esem. 1, più la spinta di un cilindro Ø 50 mm che lavora alla pressione di 0,689 N/mm².
$E_2 = 0,001xFxS = 0,001x1353x101,6 = 137,5$ Nm/ciclo.
$E_3=E_1+E_2=843,75+137,5=981,25$ Nm/c.
$E_4 = E_3xC = 981,25x225 = 220781$ Nm/h
Può essere impiegato lo stesso Enertrol dell'es. 1 (1 1/8x101,6).

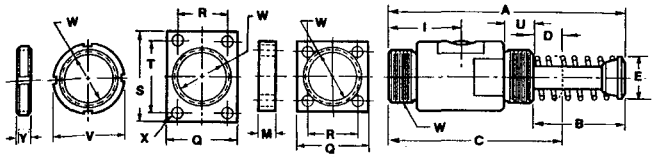
Esemp. 3- Carico in caduta libera



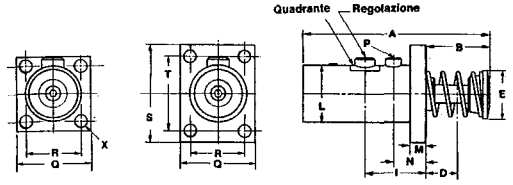
La formula E_1 carico in caduta libera diventa:
$E_1 = 0,0098xWxH = 0,0098x300x450 = 1323$ Nm/ciclo.
Formula della velocità del corpo in caduta libera: $4,43\sqrt{0,001x(H-S)}$ in m/s. Per velocità super. a 4,5 m/s, consultare la Ditta Rimassa prima di scegliere il decelerat..
Fattore "g" di decelerazione:
$g = 54,7 \times V^2/S$. Se il "g" calcolato supera la resistenza strutturale del pezzo, occorre un deceleratore con corsa più lunga.

segue

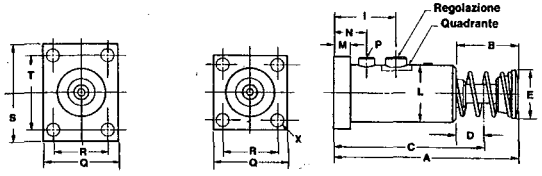
segue: Deceleratori oleodinam. regolab. ad azione progress. lineare



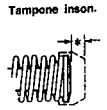
1/2"-3/4"-1 1/2"- Si può fissare con collare di fermo mecc., con flangia quadra o rettang. o su foro filett. e blocc. con l'apposito dado.



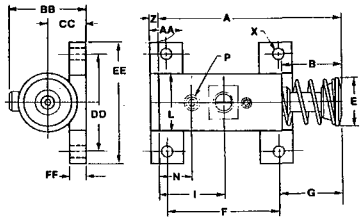
3/4"-1 1/8"-1 1/2"-2"-2 1/4"-3"- Montaggio su flangia fissa frontale (F) o rettangolare (RF).



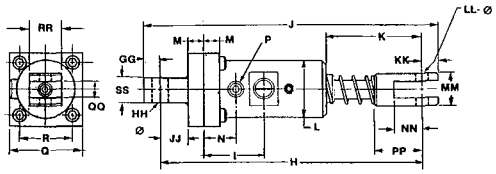
3/4"-1 1/8"-1 1/2"-2"-2 1/4"-3"- Montaggio su flangia fissa posteriore (R) o rettangolare (RR).



*(1/2") = 11 mm
*(3/4")= 17,5mm
*(1 1/8")=17,5mm
*(1 1/2")= 19 mm



1/2"-3/4"-1 1/8" 2" - 2 1/4" - 3" Montaggio su sporgenze di appoggio.



1/2"-3/4"-1 1/8" 23 - 2 1/4" - 3" Montaggio su cavallotto con perno di chiusura.

segue

segue: Deceleratori oleodinamici regolabili - Dimensioni

da 1/2"(1) 3/4"(2) 1 1/2"(3)

	1/2" corsa		3/4" corsa			1 1/8" corsa	
	25,4	50,8	25,4	50,8	76,2	50,8	101,6
A	138,1	188,9	144,5	195,3	246,1	225,4	327
B	55,56	80,96	50	67,47	100,8	65,73	136,5
C	112,7	138,1	119,1	144,5	169,9	174,6	225,4
D	30,16	30,16	24,61	24,61	24,61	34,93	34,93
E	25,4	25,4	38,1	33,1	38,1	50,8	50,8
F	95,25	120,7	85,73	111,1	136,5	127	177,8
G	49,21	74,61	52,39	77,79	103,2	90,49	141,3
H	166,7	217,5	199,2	250	300,8	308,8	410,4
I	41,28	53,98	47,23	59,93	72,63	69,85	95,25
J	181	231,8	224,6	275,4	326,8	343,7	442,3
K	66,68	92,08	70,64	96,04	121,4	121,4	172,2

da 1/2"(1) 3/4"(2) 1 1/8"(3)

	1/2" tutte le corse	3/4"	11/8"		1/2" tutte le corse	3/4"	11/8"
L	-	44,45	66,68	CC	22,23	29,37	44,45
M	9,525	12,7	15,88	DD	50,33	76,2	123,8
N	-	39,37	34,93	EE	69,85	95,25	142,9
P	-	3,175	6,35	FF	12,7	14,29	19,05
Q	38,1	57,15	88,7	GG	7,938	12,7	19,05
R	28,58	41,28	69,85	HH	6,35	12,7	19,05
S	50,8	76,2	-	JJ	12,7	31,03	31,75
T	41,28	60,33	-	KK	6,35	12,7	15,88
U	15,88	23,02	26,19	LL	6,35	9,525	19,05
V	38,1	57,14	76,2	MM	12,7	25,4	38,1
W	(a)	(b)	(c)	NN	0	21,43	33,34
X	5,556	8,731	10,32	PP	28,58	36,51	56,36
Y	6,35	9,525	9,525	QQ	0	13,1	15,88
Z	12,7	6,35	9,525	RR	19,05	25,4	31,75
AA	12,7	22,23	25,4	SS	12,7	19,05	31,75
BB	41,28	57,94	88,9	-	-	-	-

da 1 1/2" 2"(4) 2 1/4"(5) 3"(6)

	11/2" tutte le corse	2"21/4	3"		11/2" tutte le corse	2"21/4	3"
L	88,9	127	127	AA	38,1	31,8	44,5
M	19,1	25,4	25,4	BB	102,4	149,2	152,4
N	50,8	50,8	50,8	CC	51,6	79,4	82,6
P	12,7	19,1	19,1	DD	139,7	165,1	215,9
Q	101,6	139,7	165,1	EE	165,1	203,2	244,5
R°	-	-	136,5	FF	19,1	38,1	38,1
R•	-	-	114,3	GG	19,1	25,4	25,4
R	76,2	111,1	-	HH	19,1	25,4	25,4
S°	-	-	152,4	JJ	31,8	50,8	50,8
S•	-	-	203,2	KK	15,9	25,4	25,4
S	127	-	-	LL	19,1	25,4	25,4
T°	-	-	123,8	MM	38,1	88,9	88,9
T•	-	-	165,1	NN	33,3	27	38,1
T	101,6	-	-	PP	60,3	81	81
X	13,5	16,7	16,7	QQ	15,9	38,1	38,1
X°	-	-	19,8	RR	31,8	50,8	50,8
Z	11,1	31,8	9,5	SS	31,8	38,1	38,1

° = flangia quadra.
• = flangia rettangolare.

da 1 1/2" 2"(4) 2 1/4"(5)

	1 1/2" corsa				2"21/4" corsa
	50,8	88,9	127	165,1	50,8
A	246,1	322,3	398,5	493,7	312,7
B	104,8	142,9	181	238,1	109,5
C	195,3	233,4	271,5	312,7	261,9
D	54	54	54	73,03	58,7
E	69,9	69,9	69,9	69,9	69,9
F	131,8	169,9	20,8	246,1	241,3
G	109,6	147,6	185,7	242,9	87,3
H	329,4	405,6	481,8	577,1	431,8
I	89,7	89,7	89,7	89,7	101,6
J	364,3	440,5	516,7	612	482,6
K	137,3	175,4	213,5	270,7	152,4

da 2"(4) 2 1/4"(5) 3"(6)

	2" e 2 1/4" corsa			3" corsa	
	101,6	152,4	203,2	50,8	101,6
A	414,3	519,5	642,9	489	641,4
B	160,3	211,1	287,3	209,6	285,8
C	312,7	363,5	439,7	362	438,2
D	58,7	58,7	84,1	82,6	82,6
E	69,6	69,9	111,1	111,1	111,1
F	292,1	342,9	393,7	260,4	336,6
G	138,1	188,9	265,1	215,9	292,1
H	533,4	635	736,6	584,2	736,6
I	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6
J	584,2	685,8	787,4	635	787,4
K	203,2	254	304,8	228,6	304,8

(1) Solo flangia rettangolare.
(2) A flangia fissa; solo rettangolare che ha però anche i fori come la flangia quadra.
(3) Solo flangia quadra.
(4) Solo flangia quadra, il modello é da 2" il Ø int.é 2 1/4"
(5) Solo flangia quadra.
(6) Mod. da 3", Ø int. é 2 1/4"
(a) 1 1/2"-12UNF. (b) 1 3/4" 12UNF. (c) 2 1/2"-12UN.
Sono illustrati i modelli Gold Line, più comunemente usati, con accumulatore interno e ritorno del pistone a molla. Per i tipi speciali come il 3/8x1" (corpo interam. filett.); con accumulatore esterno e ritorno del pistone ad aria (o meccanico) o a molla; con interruttore elettrico; con corsa extra lunga; ecc. Si può richiedere catalogo e assistenza tecnica alla Ditta Rimassa Via A. Cecchi 13 Genova, tel. (010)581323 tx 270679

Deceleratori oleodinamici industriali KIB

S.p.a. Rimassa Via Cecchi 13 Genova (010) 581323 Tx 270679 RIMASS I

La serie KIB di deceleratori industriali, originali KAYABA, che si completa col modello miniatura KBM7-3- lungo soltanto 28 mm, presenta tra l'altro due novità esclusive: il deceleratore a pistoni contrapposti e il deceleratore con sensore di prossimità incorporato, utilissimi nei complessi di automazione.
La presentazione della serie KIB da parte della Ditta Rimassa, si inserisce, insieme alla serie ENERTROLS, in una specifica strategia aziendale, rivolta a proporre una linea di deceleratori industriali, completa e ottimale per ogni esigenza, nell'ambito della meccanica di precisione. Veicoli ferroviari, aerei, auto, moto, macchine utensili, per ufficio, impianti di automazione, apparecchi medicali, assemblaggi e simili, si avvalgono da oltre trent'anni della tecnologia Kayaba estremamente affidabile.

Guida per la scelta del deceleratore

Serie	KBM 7-3	KBM 7-6	KBM KBMA 7-15	KBM KBMA 10-20	KBMS 10-20 KBMD 8-20	KBM KBMA KBMS 11-25	KBM KBMS 11-40	KBM KBA 20-50
Corsa (mm)	3	6	15	20	20	25	40	50
Energ.assorb.	0,05-0,12	0,1-0,3	0,2-1	0,3-3	0,3-3	1-8,2	2-12	4-40

Codice per formare il numero del modello del deceleratore.

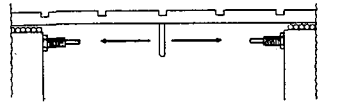
KB□□ □□-□□ - □ □ □

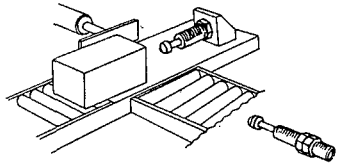
M-MA-MS-MD A-B	Øint. mm	corsa mm	versione (1)	(2)	(3)

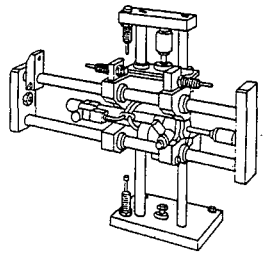
(1) niente-1-2-3-5-6-7-8-9-11.
(2) niente = filett. esterna, F= flangia front. R= flan.post.
(3) niente=senza tampone. C= con tampone insonorizzante. HC = con cappellotto metallico.

Formule di calcolo per la scelta del deceler.secondo le applicaz.
-Carico che si muove per inerzia
$E = 0,5 \times W \times V^2$ (J/ciclo)
$We = W$ (kg)
-Carico che si muove per inerzia più la spinta di una forza-
$E=0,5xWxV^2+0,001xFxS$ (J/ciclo)
$We = E : (0,5 \times V^2)$ (kg)
-Carico in caduta libera-
$E = 0,0098 \times W \times H$ (J/ciclo)
$V = 4,43 \quad 0,001 \times (H-S)$ (m/s)
$We = W$ (kg)

E=energia totale per ciclo(j/c.)
W=carico da decelerare (kg)
S=corsa del deceleratore (mm)
We=massa effettiva (kg)
F=forza propellente (N)
H=altezza di caduta (mm)







Alcune tipiche applicazioni.

segue

segue: Deceleratori oleodinamici industriali KIB

Autocompensanti non regolabili				Regolabili a vite	Fissi e regolab. fis.1/1C reg.2/2C 3/3C	Regolab. 4 scatti
KBM7-3	KBM7-15	KBM10-20 10-20C	KBM11-25 11-25C 11-25HC	KBM11-40 11-40C	KBM20-50 20-50C	KBM7-15 10-20 11-25

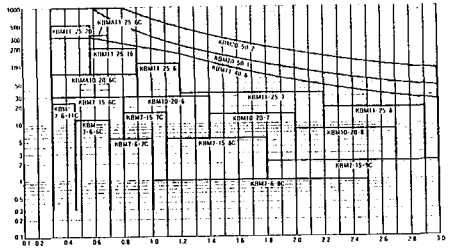
a steli contrapp.	con sensore di prossimità	anello di regolazione microm.	
KBMD8-20	KBMS 10-20 11-25 11-40	KBA 20-50F	KBA 20-50R

Guida per la scelta del deceleratore da montare su cilindro pneumatico.

Diam. interno del cilindro	6	10	15	20	25	30	40	50	60
7-6									
7-15									
10-20									
11-25									
Deceler. consigliato									

Press.cilin. pneum. P=5 bar
Veloc.cilin. Vo = 500 mm/s
Veloc.impatto V=Vox1,0 □2,0

Caratteristiche di rendimento



segue

segue: Deceleratori oleodinamici industriali KIB

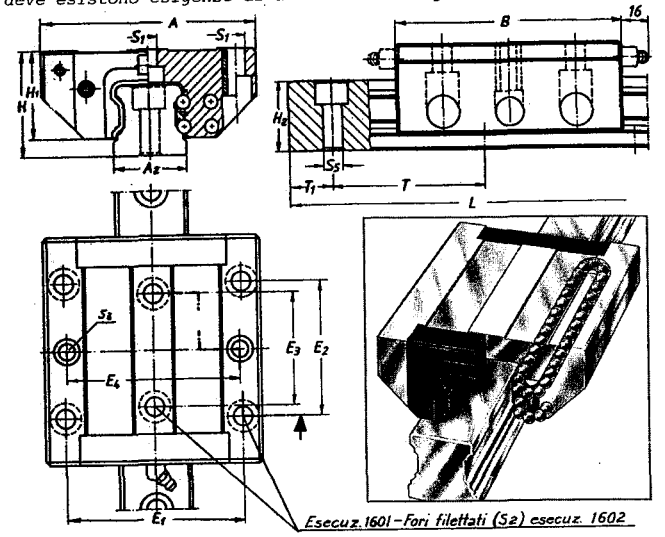
Sigla	max energ. assor. E(J)(1	massa effet. We(kg)	max veloc. impat. V(m/s)	maxN° cicli minuto	tempo di ritorno (s)	peso (g)	Ø fil. esterna	lungh. totale (mm)
KBM7-3-6C	1,18	3	0,9	60	0,3	16	10x1	37
KBM7-6-6C	2,94	12	0,9	60	0,3	21	10x1	49 •
" 7C		6	1,6					
" 8C		1	2,7					
" 11C	2,45	23	0,6	60	0,3	21	10x1	49 •
KBM7-15-6C	9,8	30	1	60	0,3	80	14x1,5	95 •
" 7C		16	1,5					
" 8C		6	2					
" 9C		2,2	3					
KBM10-20-6/6C	29,4	30	1,4	30	0,3	180	20x1,5	110 •
" 7/7C		15	2					124,5(C)
" 8/8C		8	2,7					
KBM11-25-6/C/HC	80,4	110	1,2	15	0,5	290	25x1,5 (2)	120 •
" 7/C/HC		34	2,2					128,5(C)
" 8/C/HC		19	2,9					
KBM11-40-6/6C	117,7	300	3	12	0,5	600	25x2	205 •
KBM20-50-1/1C	196	1000	3	12	1	980	36x1,5	225
2/2C 3/3C	392	1000	3	8	1	1000		239
KBMA7-15-6C Scatto 1	9,8	3,4	2,4	60	0,3	90	14x1	110 •
" 2		8	1,6					
" 3		20	1					
" 4		30	0,8					
KBMA10-20-6C Scatto 1	29,4	8	2,7	30	0,3	185	20x1,5	129 •
" 2		15	2					
" 3		30	1,4					
" 4		73	0,9					
KBMA11-25-6C Scatto 1	80,4	19	2,9	15	0,5	330	25x2	153 •
" 2		34	2,2					
" 3		110	1,2					
" 4		330	0,7					
KBMD8-20-6C	29,4	15	2	30	0,3	200	20x1,5	181
KBMS10-20-5C	29,4	73	0,9	30	0,3	190	20x1,5	122,5 •
" 6C		30	1,4					
" 7C		15	2					
" 8C		8	2,7					
KBMS11-25-5C	80,4	200	0,9	15	0,5	300	25x2	135 •
" 6C		110	1,2					
" 7C		34	2,2					
" 8C		19	2,9					
KBMS11-40-5C	118	200	1,1	12	0,5	600	25x2	178,5 •
" 6C		110	1,45					
" 7C		34	2,6					
" 8C		19	3,5					
KBA20-50F	392	10000	3	12	1	1150	-	max 230
" 50R								min 180

(1) max energia assorbita per min (J) = E x N° cicli per min.
Temperatura d'impiego -10 a 80°C. • Dado di arresto a richiesta.
(2) A richiesta: KBM11-25-6/7/8 Ø 27x1,5; 6C/7C/8C Ø 27x3.
Tipi speciali: alta velocità, bassa velocità, dimensioni ridotte.
Chiedere catalogo, 510 KIB, alla Ditta Rimassa.

Guide a sfere su rotaie STAR

Rappresentanti esclusivi: PB Mikron
20092 Cinisello Balsamo (Milano) Via per Bresso 22 (02) 61290512

I guidaggi a sfere su rotaie STAR sono ideali specialmente per macchine utensili e robot industriali deve esistono esigenze di alta precisione, capacità di carico estremamente elevata, resistenza ai momenti di coppia e la necessaria rigidità.



Esecuz. 1601 - Fori filettati (S_2) esecuz. 1602

Taglia	Cod	A	B	H	H_1	A_2	H_2	E_1	E_2	E_3	E_4	S_1 Ø	S_2	S_3 Ø	S_5 Ø
15(1)	1	47	53,5	24	19,4	15	16,3	38	30	26	38	4,4	M5	3,7	4,4
25	2	70	81	36	29,5	23	24,5	57	45	40	55	7	M8	5,7	7
35	3	100	105	48	40	34	32	82	62	52	80	9	M10	7,7	9
45	4	120	133	60	50	45	40	100	80	60	98	11	M12	9,7	14
55	5	140	159	70	57	53	48	116	95	70	114	13,5	M14	11,7	16

Taglia	Cod	T	T_1 min	L max	Capacità car. N C (2)	Co	Coppia am. Nm din(2)	stat.	Guida kg	Rotaia kg/m
15(1)	1	60	10	3000	5400	11000	52	105	0,25	1,4
25	2	60	10	3000	13500	25000	190	350	0,75	3,2
35	3	60	12	3000	25500	44000	530	910	1,85	6,8
45	4	105	16	3000	42500	70500	1160	1910	3,40	10,5
55	5	120	18	3000	62500	100000	2000	3200	5,65	16,2

(1) In preparazione. (2) Calcolato per una durata nominale di 100000 m. Se calcolato per 50000 m moltiplicare C per 1,26. Velocità max 2 m/s. Accelerazioni max 50 m/s². Altri prodotti STAR: Manicotti a sfere standard, Super, Segmentati, Compatti (ingombro radiale limitato), Radiali (12 corone di sfere), Antirotazione, Gruppi completi per guide assiali: chiuse, aperte, con apertura laterale, flangiate, tandem. Tavole per movimenti lineari o incrociati. alberi di precisione e relativi supporti. Viti a sfere con chiocciola cilindrica e registrabile. Chiedere cataloghi alla ditta PB Mikron 20092 Cinisello Balsamo (MI) Via per Bresso 22.

Guide lineari a sfere, rulli o rullini SKF

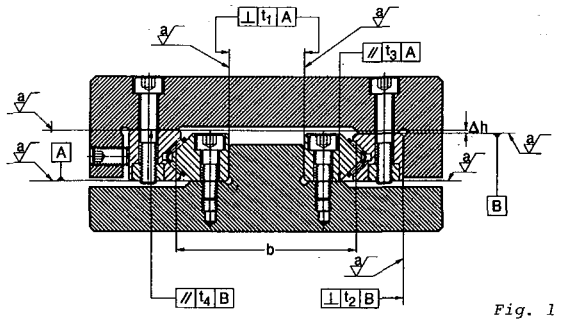


Fig. 1 -

La fig. 1 mostra due guide lineari SKF a rullini, associate ad un componente. In questo caso il componente ha una vite senza testa che provvede a dare un certo precarico alle guide per ottenere il quale sono previsti anche altri sistemi. Nella figura sono indicate anche le caratteristiche di precisione dei componenti associati. Rispetto alle varie classi di tolleranza i relativi valori sono indicati nella tabella seguente:

Classe di toller.	Caratteristica: Ra ▽	Perp. ⊥	Parallelismo //		
	Permiss.	deviaz.	forma		
Q10	1,6	0,3	3	6	10
Q5	0,8	0,3	2	4	6
Q2	0,2	0,3	1	2	3
per L mm			200	500	1000
zona tol	a	t1:t2	t3/t4		
dimens.	µm	µm/mm	µm		

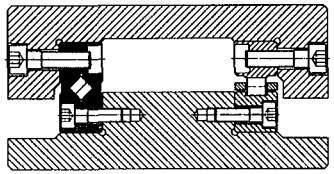
La massima altezza di deviazione Δh (in µm) é data dalla formula:

$$\Delta h = 0{,}1\ b$$

dove b = distanza media fra due guide (mm).

Una guida "oscillante" (fig.2) consiste in una guida serie LWR, LWM/LWV o LWN/LWD la quale agisce come il cuscinetto che provvede a guidare in direzione longitudinale e trasversale, l'altra guida LWW/LWZ (che può essere fornita a richiesta) é un cuscinetto che permette movimenti laterali all'interno della guida.

La grandezza del carico é il primo fattore da considerare per la scelta del tipo di guida. Per carichi leggeri o moderati si usa generalmente il tipo a sfere.



LWR Fig. 2 - LWW/LWZ

Per carichi pesanti o molto pesanti sono indicati i tipi a rulli incrociati o a rullini. Le guide possono essere disposte in posizione orizzontale o verticale.

Nella pagina seguente sono illustrati i principali tipi di guide con le sole indicazioni utili per la fase di progetto.

Il catalogo 3851 I (che può essere richiesto alla SKF) fornisce informazioni complete per la scelta e l'utilizzo delle guide SKF.

Abbreviazioni (pag. seguente)

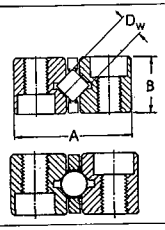
C = carico dinamico. Co = carico statico (per 10 corpi volventi distanti "t" tra loro, rullini 1 fila).

segue

segue: Guide lineari a sfere, rulli e rullini SKF

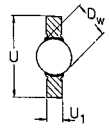
Guide lineari a rulli incrociati o sfere LWR

Dw	A	B	Lunghez.	J
1,5	8,5	4	20÷80	10
2	12	6	30÷120	15
3	18	8	50÷300	25
6	31	15	100÷700	50
9	44	22	200÷1200	100
12	58	28	200÷1200	100
15	71	36	300÷1200	100
18	83	40	300÷1200	100
24	110	55	400÷1200	100



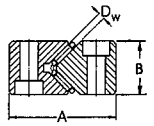
Gabbie a sfere o a rulli incrociati LWR

*C (hN)	*Co (hN)	t	U
4÷6,1	2,4÷5,4	3	3,5
7,5÷12,5	4,25÷11,2	4	5
18÷35,3	9,5÷28,5	5	7
78÷156	38÷69,5	9	14
186÷360	86,5÷180	14	20
340÷640	153÷305	18	25
550÷1160	240÷520	20	35
815÷1930	345÷915	25	40
1500÷3900	610÷1700	35	50



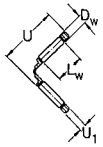
Guide lineari a rullini LWM/LWV

Dw	A	B	Lunghez.	J
2	30	15	100÷600	40
	40	20	100÷150	50
			200÷1200	80
	50	25	100	50
			200÷1200	80
2,5	60	35	200÷1200	100
3	70	40	200÷1200	100
3,5	80	50	300÷1200	100



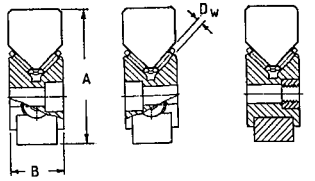
Gabbie a rullini LWM/LWV

*C (hN)	*Co (hN)	t	U
104	255	3,75	10
163	450	3,75	15
163	450	4,5	15
320	880	5	20
520	1430	6	25
765	2120	7	30



Guide lineari a rullini LWML/LWV

Dw	A	B	Lunghez.	J
2	50	20	100÷200	50
			300	80
	55	20	400÷600	80
	55	25	100÷200	50
	60	25	300÷500	80
	65	25	600÷700	80
	70	25	800÷1000	80
2,5	70	35	200÷500	100
	80	35	600÷1000	100
3	80	40	200÷500	100
	90	40	600÷1000	100
3,5	90	50	300÷500	100
	100	50	600÷1000	100

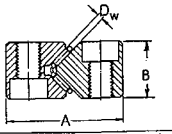


Foro tipo:

15R 15L 13R

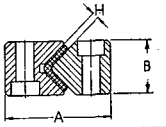
Guide lineari a rullini LWN/LWO

Dw	A	B	Lunghez.	J
2	52	25	200÷1200	100
2,5	62	30	300÷1200	100
3	74	35	400÷1400	100
3,5	78	45	500÷1400	100



Guide lineari a "Turcite B" autolubrificanti LWPM/LWPV

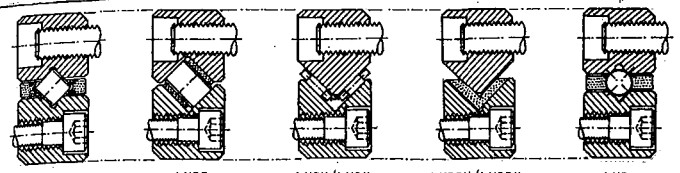
H	A	B	Lunghez.	J
0,8	18	8	50÷300	25
1,4	31	15	100÷600	50
1,9	44	22	200÷1200	100
1,9	58	28	200÷1200	100
1,9	71	36	300÷1200	100



t = distanza fra 2 corpi volventi. J = intervallo tra i fori di fissaggio delle guide
* = Carico per 10 corpi volventi (rullini, per fila). Chiedere catalogo 38511 alla SKF

Guide lineari SKF - Gamma modulare

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.



LWR LWRE LWRV/LWRM LWRPV/LWRPM LWR

La scelta di una guida lineare adatta ad una certa applicazione viene fatta in funzione della capacità di carico, della rigidezza e delle condizioni di rotolamento. Se, in fase di progetto, vengono variate le condizioni di carico, generalmente risulta necessario adottare un diverso tipo di guida.

	AxB (mm)								
A	8,5	12	18	31	44	58	71	83	110
B	4	6	8	15	22	29	36	40	55
Grandezza	1	2	3	6	9	12	15	18	24
LWR	x	x	*x	*x	*x	x	•	•	•
LWRE	–	–	*x	*x	*x	–	–	–	–
LWRV LWRM	–	–	–	*x	*x	•	•	–	–
LWRPV LWRPM	–	–	*x	*x	*x	•	•	–	–
LWR	x	x	*x	*x	*x	x	•	•	•

x = Fornite in lungh. standard da stock.
* = Dimensioni consigliate (modulari).
• = Fornita a richiesta. – = Non prevista

Il sistema di "Guide modulari" adatte per ogni campo di applicazione, risolve il problema dando ad ogni ordine di grandezza, la stessa geometria esterna.
Questa gamma modulare comprende: LWR a rulli incrociati per molte applicazioni. LWRE, per maggiore: rigidezza, capacità di carico, condizioni di rotolamento.
LWRM/LWRV a rullini, per carichi elevati e maggiore rigidezza.

LWR (Dw = Ø rulli o sfere)

Dw	A	B	L	Pr	J	J_1
1,5	8,5	4	°	10	10	5
2	12	6	°	15	15	7,5
* 3	18	8	50÷200°	25	25	12,5
* 6	31	15	100÷300 400°	50	50	25
* 9	44	22	200÷700	100	100	50
12	58	28	°	°	100	50

LWRE (Dw = Ø rulli)

Dw	A	B	L	Pr	J	J_1
* 4	18	8	50÷200•	25	25	12,5
* 8	31	15	100÷300 400•	50 –	50	25
*12	44	22	200÷700•	100	100	50

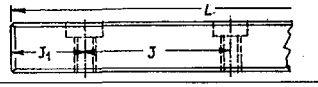
LWRM/LWRV (Dw = Ø rullini)

Dw	A	B	L	Pr	J	J_1
* 2	31	15	100÷300 400•	50 –	50	25
* 2	44	22	200÷700•	100	100	50
2,5	58	29	•		100	50
3	71	36	•		100	50

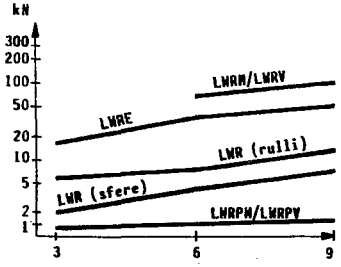
LWRPM/LWRPV (H = spessore PTFE)

H	A	B	L	Pr	J	J_1
*0,7	18	8	50÷200•	25	25	12,5
*1,7	31	15	100÷300 400•	50 –	50	25
*1,7	44	22	200 700•	100	100	50

• = altre lunghezze su ordinaz.
* = Gamma modulare.



LWRPM/LWRPV, antiattrito, corse brevi, frequenze elevate, presenza di urti. LWR a sfere, con particolare dolcezza di movimento.

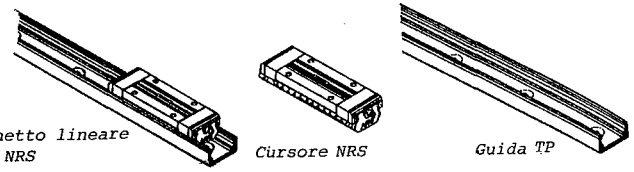


Confronto dei coeff. di carico per 100 mm di lungh. gabbia. (grandezze 3, 6 e 9).

Sistemi lineari ROLLON

ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S. Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

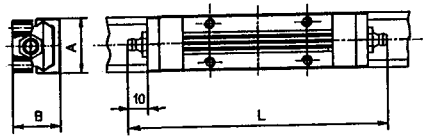
Cuscinetti lineari a ricircolazione di sfere, serie NRS



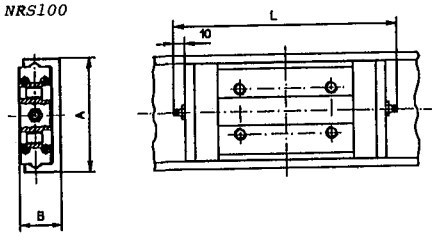
Consistono in una guida in acciaio trafilato con sezione a C, all'interno della quale scorrono uno o più cursori muniti di due circuiti di sfere di grande diametro a pieno riempimento.
Sono adatti per sopportare carichi elevati, per movimenti con linearità centesimale e velocità fino a 2 metri al secondo.

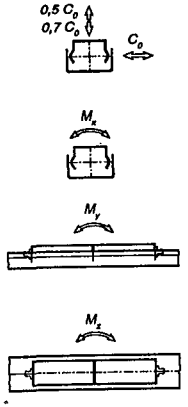
Disponibile in 3 diverse sezioni

NRS28, NRS43



NRS100





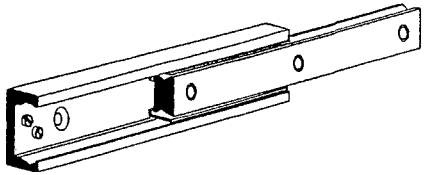
Tipo	L mm	A mm	B mm	C_o N	C N	M_x Nm	M_y Nm	M_z Nm	massa kg
NRS28-115	115	28	24	4000	7700	37	260	372	0,23
NRS43-150	150	43	37	10000	19200	137	910	1300	0,7
NRS100-200	200	100	36	25000	45000	1000	3060	4375	2,2

C_o = coefficiente di carico statico, C = coefficiente di carico dinamico, M_x, M_y, M_z = Momenti nei tre assi. M_y e M_z sono riferiti a due cursori affiancati.
Le guide, temprate ad induzione e rettificate sulle piste di rotolamento sono fornibili in qualsiasi lunghezza, in un unico pezzo fino a 2000 mm, in più pezzi per lunghezze superiori.
Le guide formate da più pezzi (guide composte) hanno le estremità lavorate in modo tale da permettere il regolare passaggio del cursore sulla giunzione da un pezzo al successivo.
Le estremità che vanno in contatto fra loro sono contrassegnate a coppie allo stesso modo.

Sistemi lineari ROLLON

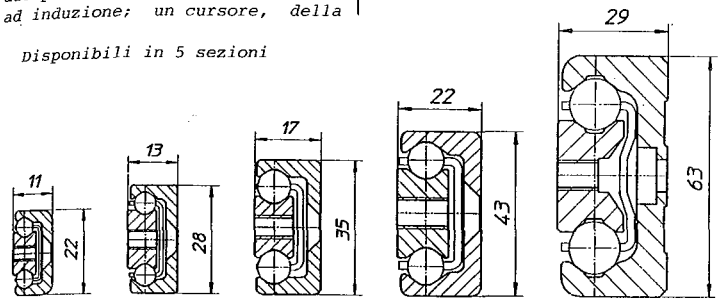
ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S. Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

Cuscinetti lineari a sfere, serie AS



Realizzano nel modo più semplice il movimento rettilineo di va e vieni di un organo meccanico. Sono costituiti da una guida a C all'interno della quale si trovano due piste di scorrimento temprate ad induzione; un cursore, della stessa lunghezza, scorre all'interno della guida con l'interposizione di due file di sfere distanziate da una gabbia. La corsa realizzabile é uguale alla lunghezza della guida.

Disponibili in 5 sezioni



AS 22 AS 28 AS 35 AS 43 AS 63

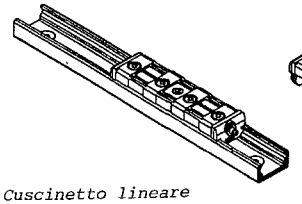
Tipo AS22	C N	massa kg	Tipo AS28	C N	massa kg	Tipo AS35	C N	massa kg	Tipo AS43	C N	massa kg	Tipo AS63T	C N	massa kg
100	137	0,13	150	309	0,3	200	445	0,6	200	511	1,1	600	6600	6,2
150	195	0,20	200	358	0,4	250	681	0,8	230	783	1,3	700	7171	7,2
200	252	0,25	250	558	0,5	300	915	1,0	300	1190	1,6	800	9224	8,3
250	443	0,32	300	768	0,6	350	1156	1,2	350	1340	1,9	900	10073	9,3
300	545	0,40	350	883	0,7	400	1402	1,3	400	1774	2,2	1000	12173	10,4
350	647	0,46	400	1100	0,8	450	1651	1,5	450	2224	2,4	1200	15138	12,5
400	807	0,5	450	1215	0,9	500	1902	1,6	500	2371	2,7	1400	18112	14,6
450	910	0,6	500	1436	1,0	600	2609	1,9	600	3299	3,3	1500	21093	16,7
500	1014	0,7	600	1774	1,2	700	3124	2,2	700	3914	3,8	1800	24076	18,8
600	1280	0,8	700	2225	1,4	800	3642	2,5	800	4531	4,4	2000	27066	20,9
700	1548	0,9	800	2566	1,6	900	4160	2,8	900	5495	4,9			
800	1756	1,0	900	2908	1,8	1000	4680	3,1	1000	6117	5,5			
			1000	3250	2,0	1200	5938	3,7	1200	7717	6,6			
			1200	4050	2,4	1400	6983	4,4	1400	8963	7,6			
						1600	8028	5,0	1600	10573	8,7			
									1800	12188	9,8			
									2000	13434	10,9			

C é il coeff. di carico statico da usare nelle formule riportate sui cataloghi ROLLON per il calcolo del carico max applicabile.

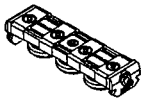
Sistemi lineari ROLLON

ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S. Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

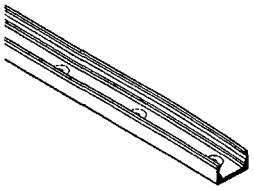
Cuscinetti lineari a corsa illimitata - Sistema Compact rail



Cuscinetto lineare
Sistema Compact rail

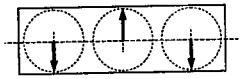


Cursore NCS-NCX



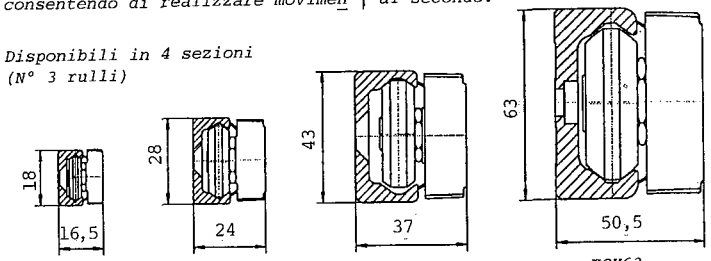
Guida TL-UL

Consistono in una guida in acciaio trafilato con sezione a C, all'interno della quale scorrono uno o più cursori muniti di tre rulli.
Tali rulli sono costituiti da speciali cuscinetti a sfere, schermati, montati su perni eccentrici, registrati in modo da appoggiare alternativamente sulle due piste di rotolamento, per annullare completamente il gioco.



Nonostante la loro compattezza, possono sopportare grandi carichi consentendo di realizzare movimenti particolarmente silenziosi con velocità elevate, fino a 5 metri al secondo.

Disponibili in 4 sezioni
(N° 3 rulli)



NCS18 NCS28 NCS43 NCX63

Tipo	C N	Co rad. N	Co ass. N	Tipo	C N	Co rad. N	Co ass. N
NCS18	1080	685	130	NCS43	8420	4900	1085
NCS28	3090	1815	365	NCX63	30750	12500	6000

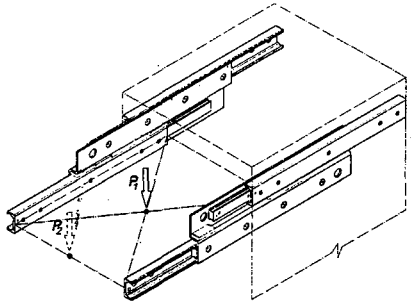
Le guide, temprate ad induzione sulle piste di rotolamento, sono fornibili nelle lunghezze (vedi pag. seguente - Guide) in un solo pezzo, in più pezzi per lunghezze superiori.
Esistono inoltre in più classi di precisione

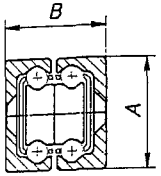
Sistemi lineari ROLLON

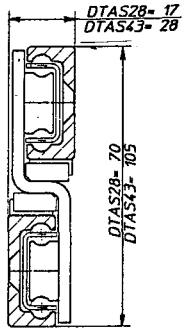
ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S.Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

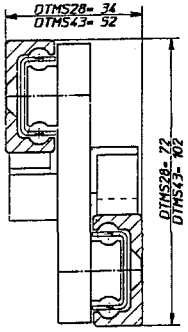
Guide telescopiche, Sistema Heavy Duty, Serie DTAS, DTMS, DBAS

Sono elementi di macchina che consentono la completa fuoriuscita a sbalzo, di un elemento mobile da un supporto fisso. La possibilità di uscita da ambo le parti, rispetto all'elemento fisso, consente di ottenere una corsa totale doppia rispetto alla lunghezza della guida chiusa. Vengono normalmente utilizzate in coppia con le guide montate di costa per una maggiore resistenza al momento flettente. La loro costruzione interamente in acciaio e la tempra delle piste di rotolamento consentono l'applicazione di carichi molto elevati.









Guide tipo DBAS	Guide DTAS 28 L mm	Co N	massa kg	Guide DTAS 43 L mm	Co N	massa kg	Guide DTMS 28 L mm	Co N	massa kg	Guide DTMS 43 L mm	Co N	massa kg
Guide tipo DBAS22	280	570	1,5	360	1300	4,8	600	1360	4,8	800	3470	12,8
A=22 - B=22 - L=150÷800	320	670	1,5	400	1500	5,3	700	1610	5,6	900	3960	14,4
	360	760	2,0	440	1690	5,8	800	1860	6,4	1000	4460	16,0
Guide tipo DBAS28	400	860	2,2	480	1890	6,3	900	2110	7,2	1200	4160	19,2
A=28 - B=26 - L=150÷1200	440	960	2,4	520	2080	6,9	1000	2360	8,0	1400	3590	22,4
	480	1060	2,6	560	2280	7,4	1200	2090	9,6	1600	3160	25,6
Guide tipo DBAS35	520	1000	2,8	600	2480	7,9	1400	1800	11,2	1800	2820	28,8
A=35 B=34 L=200÷1600	600	870	3,3	680	2280	9,0	1600	1570	12,8	2000	2540	32,0
	680	780	3,7	760	2060	10,0	1800	1400	14,4			
Guide tipo DBAS43	760	700	4,1	840	1880	11,1	2000	1260	16,0			
A=43 B=44 L=200÷2000	840	630	4,6	920	1720	12,1						
	920	580	5,0	1000	1590	13,2						
	1000	540	5,5	1080	1480	14,3						
Serie lunghezze L = 150				1160	1380	15,3						
200-250-300-350-400-450				1240	1300	16,4						
500- 600- 700- 800- 900				1320	1220	17,4						
1000- 1200- 1400- 1600-				1400	1160	18,5						
1800- 2000.				1480	1100	19,5						

N.B. Il carico statico (Co) e la massa (kg) indicati sono riferiti ad una sola guida. Con riferimento al disegno prospettico, in cima alla pagina: $P_1 = 2$ Co.

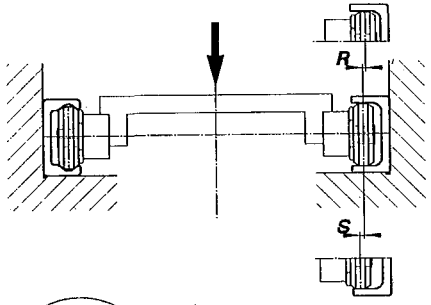
Sistemi lineari ROLLON

ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S. Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

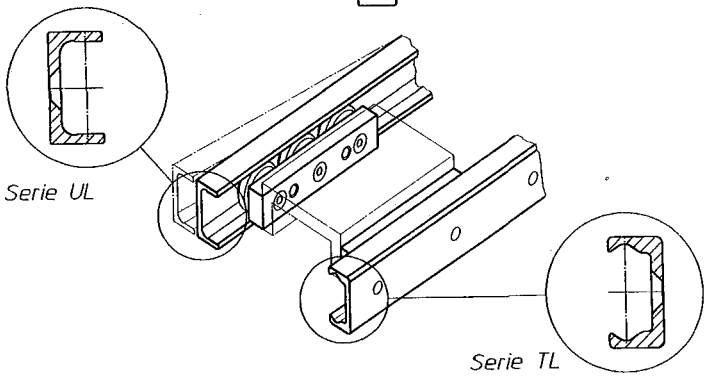
Cuscinetti lineari a corsa illimitata - Sistema Compact rail

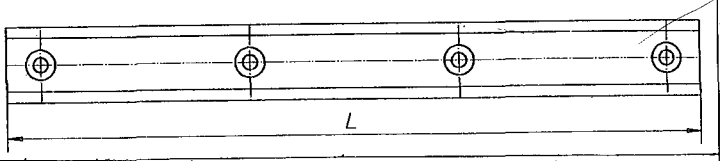
- Guide serie U e serie T -

Le guide serie U sono state sviluppate per essere utilizzate in coppia con le guide serie T al fine di risolvere i problemi di montaggio di due guide parallele nei casi in cui la precisione di parallelismo delle superfici di appoggio delle guide sia insufficiente e perciò provochi sovraccarichi ai cursori collegati alla parte mobile. La guida serie U dispone di piste di rotolamento piane che offrono un grado di libertà assiale al cursore permettendo gli spostamenti nel piano della tavola in movimento entro i limiti R e S riportati in tabella.



Tipo	R	S
U..18	0,4	1,1
U..28	0,7	1,3
U..43	1,5	2,5
U..63	0,5	3,5





Serie	L	Lunghezze disponibili
TL18-UL18	120÷2000	Serie lunghezze L = 120-150-200-250-300-350-400-450-500-600-700-800-900-1000-1200-1400-1600-2000-2200-2400-2600-2800-3000-3200-3400-3600.
TL28-UL28	150÷3200	
TL43-UL43	200÷3600	
TL63-UL63	300÷3600	

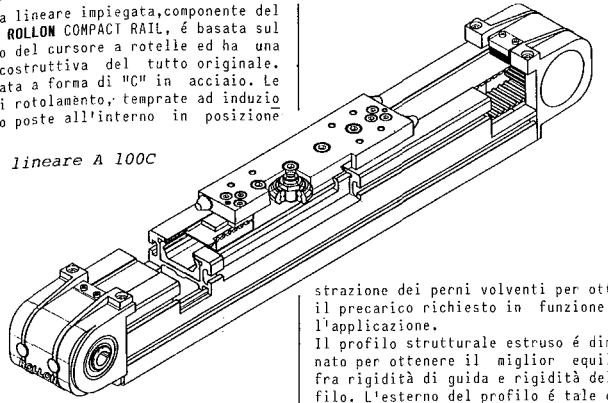
Sistemi lineari ROLLON

ROLLON Spa Via G.Di Vittorio 307/23 Sesto S. Giovanni (MI) 02-26224012, Fax 02-26221020

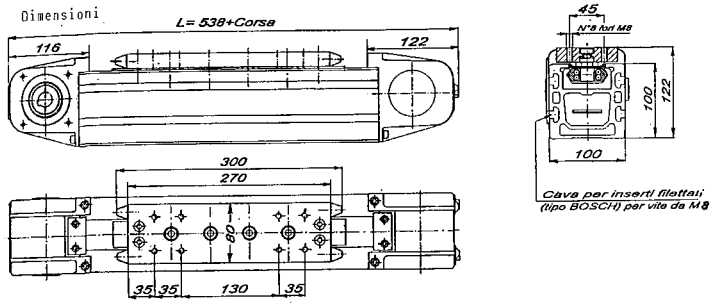
La guida lineare impiegata,componente del Sistema **ROLLON** COMPACT RAIL, é basata sul concetto del cursore a rotelle ed ha una forma costruttiva del tutto originale. Realizzata a forma di "C" in acciaio. Le piste di rotolamento, temprate ad induzione, sono poste all'interno in posizione protetta. La sezione é stata ottimizzata mediante tecniche FEM, in accordo con il profilo strutturale e le rotelle del cursore. Le rotelle, o perni volventi, sono costituite da un cuscinetto di precisione a due giri di sfere a contatto obliquo, integrante il perno eccentrico. L'anello esterno di grande spessore é opportunamente profilato e ottimizzato. Il risultato é: grande capacità di carico assiale/radiale e notevole rigidità dell'insieme. Il cursore offre la possibilità di registrazione dei perni volventi per ottenere il precarico richiesto in funzione dell'applicazione.

Il profilo strutturale estruso é dimensionato per ottenere il miglior equilibrio fra rigidità di guida e rigidità del profilo. L'esterno del profilo é tale da semplificare il fissaggio dell'unità a strutture di sostegno o ad altri profili strutturali presenti sul mercato. Il sistema di trasmissione é realizzato con cinghia dentata in poliuretano serie AT con cavi interni in acciaio a bassa estendibilità, notevole rigidità e resistenza all'usura. Le testate di estremità, in fusione di alluminio offrono un albero cavo o un albero sporgente e la predisposizione di attacco del motore. La meccanica é protetta da guarnizioni lineari e spazzole di testa.

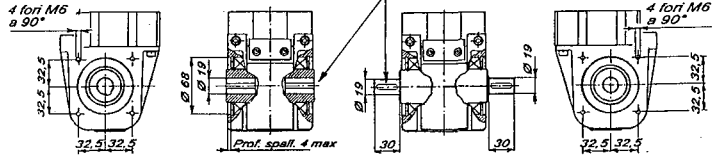
Unità lineare A 100C



Dimensioni



Attacco motore - Albero cavo 6x6x32 UNI 6607 Albero sporgente



Movimento intermittente a croce di Malta

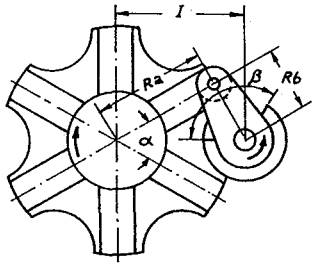


Fig. 1 -

$\alpha = 360° : N$; $\beta = 180° - \alpha$
Sosta = $180° + \alpha$
$Rb = Ra \cdot (tg\alpha : 2) = I \cdot (sen\alpha : 2)$
$Ra = Rb \cdot (ctg\alpha : 2) = I \cdot (cos\alpha : 2)$
$I = Ra \cdot (sen\alpha : 2) = Rb \cdot (csc\alpha : 2)$

Fig. 1 - Croce di Malta con blocco durante la sosta.
Fig. 2 - Croce di Malta inversa.
Fig. 3 - Croce di Malta inversa con blocco durante la sosta.

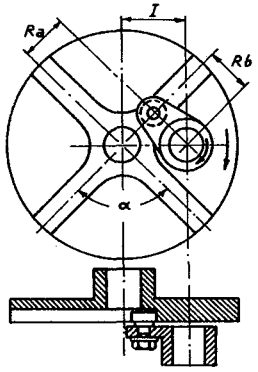


Fig. 2 -

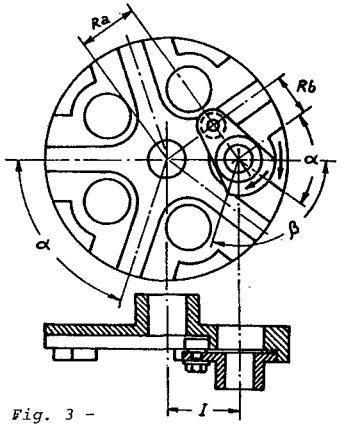


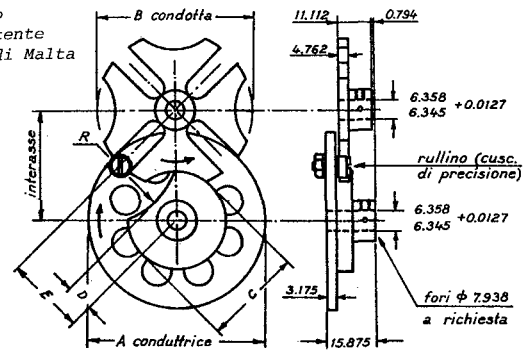
Fig. 3 -

N	α	β gradi	β %	Sosta gradi	Sosta %	Rb = Ra x	Ra = Rb x	I = Ra x
3	120°	60°	16,67	300°	83,5	1,7320	0,57735	2,0000
4	90°	90°	25	270°	75	1,0000	1,0000	1,4142
5	72°	108°	30	252°	70	0,72654	1,3764	1,2361
6	60°	12°	33,33	240°	66,67	0,57735	1,7320	1,1547
7	51°27'	128°33'	35,71	231°27'	64,29	0,48180	2,0755	1,1100
8	45°	135°	37,5	225°	62,5	0,41421	2,4142	1,0824
9	40°	140°	38,89	220°	61,11	0,36397	2,7475	1,0642
10	36°	144°	40	216°	60	0,32492	3,0777	1,0515
12	30°	150°	41,67	210°	58,33	0,26795	3,7320	1,0353
14	25°43'	154°17'	42,86	205°43'	57,14	0,22826	4,3808	1,0257
15	24°	156°	43,33	204°	56,67	0,21256	4,7046	1,0223
16	22°30'	157°30'	43,75	202°30'	56,25	0,19891	5,0273	1,0196
18	20°	160°	44,44	200°	55,56	0,17633	5,6713	1,0154
20	18°	162°	45	198°	55	0,15838	6,3137	1,0125
22	16°22'	163°38'	45,45	196°22'	54,55	0,14380	6,9538	1,0103
24	15°	165°	45,83	195°	54,17	0,13165	7,5957	1,0086
30	12°	168°	46,67	192°	53,33	0,10510	9,5144	1,0055

Componen. di precis. controllo e strumentaz. - Reliance Gear Company

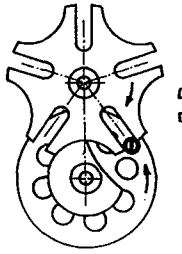
GIMAR - F.lli Giordano Via F. Busoni 7/A Milano 02-5512004 tx 321505

Movimento intermittente a croce di Malta

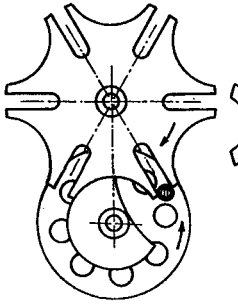


N° di stock	A	B + 0 − 0,0508	C	D	E	R + 0,025 − 0	Interasse
GM1-1A	57,15	50,0634	31,75	8,6106	24,8158	25,4	35,11296
GM2-2A	57,15	62,738	31,75	6,6548	22,6568	31,75	38,57498
GM3-3A	63,5	88,0872	38,1	6,35	25,3492	44,45	50,7238
GM4-4A	50,8	103,7082	25,4	3,4798	21,4376	50,8	56,02224

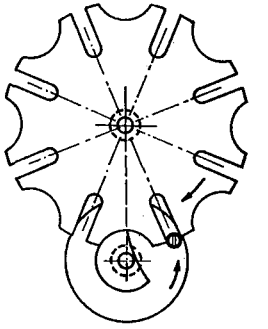
Numero di stock	N° rullini conduttr.	Movimenti intermittenti	N° punti condotta
GM1	1	360° rotazione conduttrice = 90° condotta	4
GM1A	2	180° rotazione conduttrice = 90° condotta	4
GM2	1	360° rotazione conduttrice = 72° condotta	5
GM2A	2	180° rotazione conduttrice = 72° condotta	5
GM3	1	360° rotazione conduttrice = 60° condotta	6
GM3A	2	180° rotazione conduttrice = 60° condotta	6
GM4	1	360° rotazione conduttrice = 45° condotta	8
GM4A	2	180° rotazione conduttrice = 45° condotta	8



5 punti



6' punti

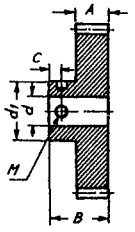


8 punti

Materiale
Acciaio inossidabile

Componenti di precisione controllo e strumentazione-Reliance Gear Co.

GIMAR F.lli Giordano Via F. Busoni 7/A Milano 02-5512004 tx 321505



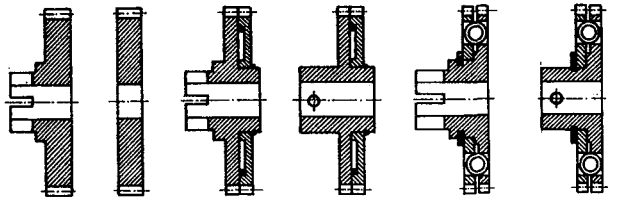
Ruote cilindriche denti diritti, mozzo a spina

N°	d max	d min	d	A	B	C	M
P..201	10,008	9,995	19,0	10,0	22,0	6,0	M5
P..202	8,008	7,995	16,0	10,0	19,0	4,5	M4
P..203	8,008	7,995	16,0	5,0	14,0	4,5	M4
P..204	6,008	5,995	12,0	5,0	11,0	3,0	M3
P..205	6,008	5,995	12,0	3,0	9,0	3,0	M3
P..206	4,008	3,995	8,0	5,0	10,0	2,5	M2
P..207	4,008	3,995	8,0	3,0	8,0	2,5	M2
P..208	3,008	2,995	8,0	3,0	8,0	2,5	M2
P..209	3,060	3,051	8,0	3,2	8,0	2,5	M2

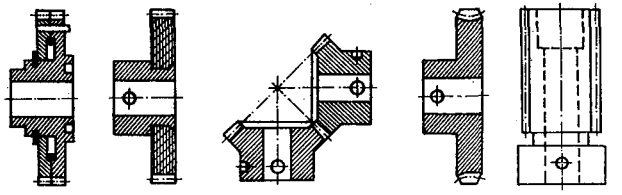
Modulo	201		202		203		204		205		206		207		208		209	
	Numero dei denti																	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1,0	19	102	18	102	18	102	14	102	14	59	12	102	12	59	12	59	12	59
0,8	24	128	22	128	22	128	17	128	17	74	13	128	13	74	13	74	13	74
0,6	31	171	28	171	28	171	22	171	22	99	16	171	16	99	16	99	16	99
0,5	36	206	33	206	33	206	26	206	26	120	18	206	18	120	18	120	18	120
0,4	45	258	40	258	40	258	32	258	32	150	22	258	22	150	22	150	22	150
0,3	59	344	52	344	52	344	41	344	41	201	28	344	28	201	28	201	28	201
0,25	70	413	62	413	62	413	49	413	49	242	33	413	33	242	32	242	33	242
0,2	87	517	77	517	77	517	60	517	60	303	41	517	41	303	41	303	41	303

Esempio di designazione: Ruota serie P, modulo 0,8, acciaio inox, foro albero diametro 10 mm nom. numero denti 30: P 0,8 S 201 - 30.
La stessa ruota ma di alluminio: P 0,8 A 201 - 30.

Sono disponibili: Gearboxes modulari, tutti i tipi di ingranaggi e i relativi accessori per qualsiasi operazione di controllo.
- Chiedere il catalogo alla Ditta GIMAR -



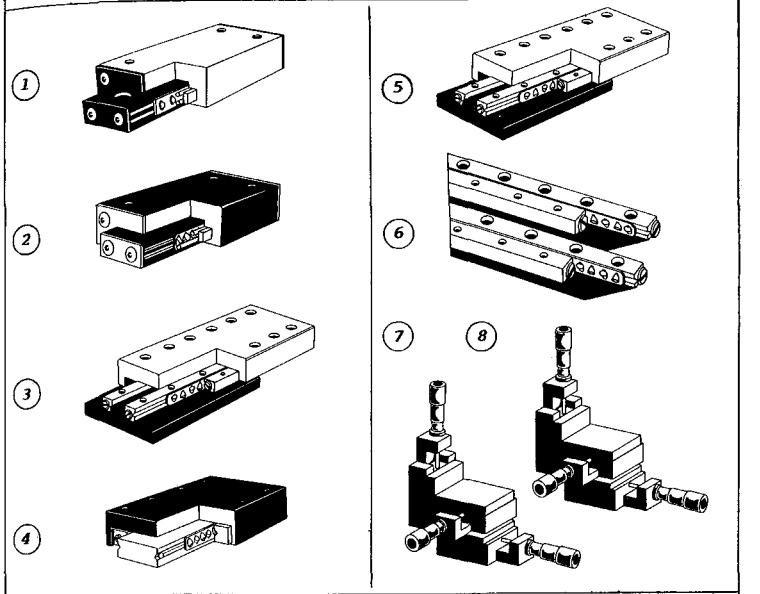
Serie C F AC AP AC AP



Serie AS P M-N W-B W-S

Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Del-Tron Precision Inc. Rappr. **GIMAR** Via F. Busoni 7/A **MILANO** 02-5512004 Fax 5466163.

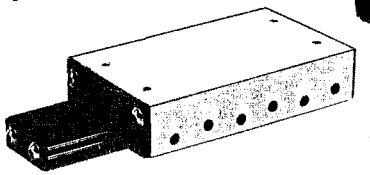


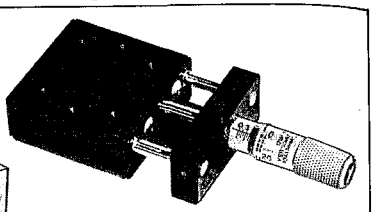
N°	Serie	Capacità di carico kg	Corsa	Lunghezza	Grado di precisione
1	Slitte a sfere (vedi descrizione di seguito)				
2	Slitte a rulli incrociati (vedi descrizione di seguito)				
3	Tavole slitta a rulli incrociati (alluminio)				
	Mini NBT-1A NBT-2A-6A (24 modelli)	43,54÷89,81 43,54÷921,7	25,4÷76,2 25,4÷228,6	50÷125 50÷360	0,00254/25,4 0,00254/25,4
4	Tavole slitta a rulli incrociati, profilo basso				
	LPT-1025-3205	22,68-374,21	12÷130	25÷205	0,00254/25,4
5	Tavole slitta a rulli incrociati (acciaio)				
	Mini NBT-1 NBT-2-NBT-3 (41 modelli)	11,79÷39,92 39,92÷1215,6	12÷50 18÷230	25÷85 35÷325,12	0,002 0,002/0,005
6	Serie rotaie a rulli incrociati (disponibili in acciaio inox)				
	Mini NB1 NB2-NB6 (49 modelli)	19,96÷83,46 29,94÷1277,3	12÷50 18÷295	20÷80 30÷480	0,002 0,002/0,005
7	Meccan. di posiz. slitte a sfere (com.microm.) vedi descr. di seg.				
8	Meccan. di posiz. slitte a rulli (com.microm.) vedi descr. di seg.				

segue

Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Slitte a sfere
o a rulli incrociati
per spostamenti di
precisione



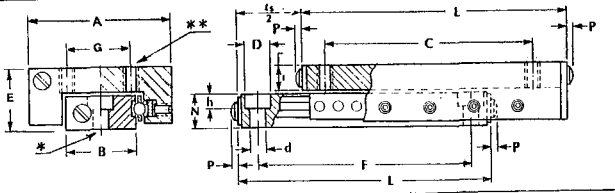


Meccanismi di posizionamento
a slitta a sfere o a rulli
incrociati di precisione

Produttore: Del-Tron Precision Inc.
GIMAR - Via F. Busoni 7/A Milano - (02)5512004 fax 02/5466163

Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento a slitta.
Ripetuti controlli di qualità vengono eseguiti sulla uniformità e planarità dei componenti. Le regolazione del precarico finale assicurano alle slitte una elevata precisione e un basso attrito.
Più di 40 tipi di slitte a sfere e più di 30 tipi di meccanismi di precisione soddisfano un' ampia gamma di carichi e di spostamenti Impiegate su attrezzature di montaggio, macchine per imballaggio, strumenti ottici e medicali, stampanti e guide per dischi di computer. Fornitura di slitte, anche secondo le specifiche del cliente
Linearità 0,0005 mm/25 mm.
Ripetitività 0,005 mm.

Slitte a rulli incrociati
A parità di modello, maggiori capacità di carico e migliori prestazioni quando funzionano a ciclo continuo o con carichi sospesi e d'urto.
Linearità 0,0025 mm/25 mm.
Ripetitività 0,0025 mm.
Coeffic. d'attrito 0,003 tipico.



Modello sfere	Modello rulli	dimensioni comuni ℓ	N	B	d	D	h	P	E	A	G	** fil.
CA		2,3	3,4	4	1,8	-	-	1,3	5,8	9,5	4	M2
DA	RDA	2,7	4,7	6,4	2,2	4	2,2	1	8	14,2	6	M2
EA	REA	3,2	6,3	9,5	3,2	6,2	3,2	1	10,4	19	9	M3
MA		5,4	6,3	12,7	4,2	7,14	3,4	1	12,7	25,4	10	M4
NA	RNA	4,8	7,9	12,7	4,2	7,14	4,6	1	13,4	26,9	10	M4
SA1	RSA1	6,35	8,58	19	4,2	7,14	4,6	1,3	15,8	38	16	M4
SA2	RSA2	8,0	10,16	22,22	4,2	7,14	4,6	2,0	19	44	20	M4
SA3	RSA3	8,2	15,87	38,10	5,3	[illegible]	5,3	2,0	25,4	66,55	35	M5

(*) sedi per teste viti; nel modello CA sono invece 2 fori filetati M2. (**) 4 fori filettati per tutti i modelli, escluso SA3-6 (6 fori), SA3-9 (8 fori), SA3-12 (10 fori).

segue

segue: Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Modello	a sfere cor.	L	C	F	car. (kg)	rulli incr.	Modello
CA-1	13	19	13	10	0,68	-	-
2	25	32	26	20	0,68	-	-
3	38	44	37	30	0,68	-	-
DA-1	13	27	15	19	2	14	RDA-1
2	25	52	41	35	4	25	2
3	50	78	66	60	5	30	3
4	75	103	92	86	6	-	-
5	100	128	117	89	8	-	-
6	127	154	142	114	8	-	-
EA-1	13	27	15	19	4	22	REA-1
2	25	52	41	35	5	35	2
3	50	78	66	60	5	42	3
4	75	103	92	86	6	-	-
5	100	128	117	89	7	-	-
6	127	154	142	114	8	-	-
MA-1	13	40	32	32	5	-	-
2	25	65	57	57	5	-	-
3	50	90	82	82	7	-	-
NA-1	19	40	32	28	7	-	RNA-
2	38	65	57	54	8	59	2
3	50	90	82	79	9	99	3
4	75	116	102	82	11	119	4
6	100	152	140	102	14	-	-
8	150	203	190	127	16	-	-
10	200	254	240	178	18	-	-
SA1-1	25	51	35	37	7	59	RSA1-1
2	50	76	60	60	9	79	2
3	75	102	85	85	11	79	3
3,5	88	127	110	85	14	-	-
4	100	152	136	100	16	139	4
6	150	203	186	128	20	-	-
8	200	254	238	178	25	-	-
SA2-1	25	51	35	38	9	59	RSA2-1
2	50	83	65	65	19	79	2
3	75	102	85	85	24	79	3
4	100	152	140	100	27	139	4
6	150	203	190	126	34	-	-
8	200	254	240	178	41	-	-
SA3-1,5	38	67	42	42	16	119	RSA3-1,5
2	50	102	75	75	28	158	2
3	75	127	100	100	40	198	3
4	100	152	125	125	54	198	4
6	150	229	75x2	178	68	317	6
9	228	305	75x3	254	84	-	-
12	304	381	75x4	330	93	-	-

Applicazioni
CA - Le più piccole slitte a sfere disponibili sul mercato. Lunga durata ed elevata precisione per guide per dischi di computer, stampanti, apparecchi di registrazione, plotter e copiatrici
DA - Stessa precisione delle slitte più grandi. Ideali per strumenti compatti.
EA - Serie comune per far fronte a necessità di spostamenti limitato. Profilo più ampio per un migliore supporto dei carichi.
NA - Sfere e piste più pesanti forniscono elevata capacità di carico e controlli di corse più lunghe e altre applicazioni di medio rendimento.
SA1 - Slitte più grandi per carichi pesanti senza problemi di durata, precisione e ripetibilità. Ideali per equipaggiamenti ed applicazioni industriali.
SA2 - Slitte robuste per carichi elevati, lunghezza totale molto ridotta.
SA3 - Le slitte più grandi della linea Del-Tron per corse più lunghe e massima capacità.
La slitte Del-Tron sono leggermente lubrificate durante l'assemblaggio e sono autopulenti se usate normalmente. Una ulteriore lubrif. é necessaria per vel. > 4,5 m/min

Carichi e previsioni di durata delle slitte a rulli incrociati.
La capacità di carico delle slitte a rulli incrociati può essere un carico di massa orizzontale alla slitta, o una forza sulla superficie di carico da qualunque posizione. Il carico normale deve essere centrato e distribuito su tutta la slitta e la base deve appoggiare su una superficie piatta. Bisogna evitare forze flettenti concentrate o distribuite.
La durata prevista della slitta in condizioni di carico normale e velocità moderate é di 2,5 x 10^7.

segue

segue: Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Meccanismi di posizionamento a slitta comandati da micrometri in miniatura.
Modelli 100M, 200M: slitte a sfere miniaturizzate per applicazioni in spazi limitati, micrometri 13 mm, carico max kg 2.
Mod. 300M: serie miniaturizzata per alti rendimenti. Profili standard e bassi modello XYZ, micrometri 13 MM, carico max kg 6.
Mod. 400M, 450M, 500M: serie standard per far fronte alla maggioranza delle necessità di misurazione e posizionamento, include i mod. a profilo basso XYZ, microm. 13-25 mm, carichi max 9-19 kg.
Mod. 1200M, 2200M, 3200M: serie per rendimenti standard con superfici superiori alla norma. Foratura opzionale. Solo mod. standard XYZ, micr. 25-50 mm, car.max 14kg
Mod. 700M, 750M: slitte per elevate richieste di lavoro con sfere e piste più grandi per alta capacità di carico combinate con il posizionamento a mano. Modello con profilo basso XYZ solo nella serie 750, micrometri 13-25 mm, carico max 27 kg.
Questi meccanismi sono disponibili anche con rulli incrociati.

Meccanismi di posizionamento a slitta

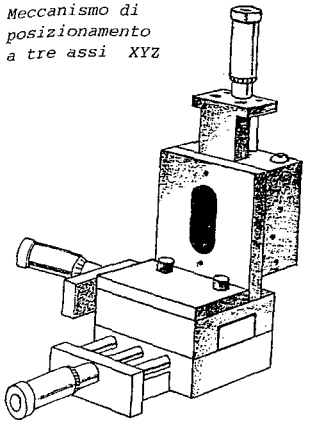
Modello	corsa	Superficie di lavoro AxB	dimensioni L	dimensioni Hx	capacità di carico sfere X,XY	capacità di carico rulli X,XY	capacità di carico Z	foro pass. Ø
101M	12,7	31,75x31,75	82,55	9,65	1,81	10,43	0,57	no
201M	12,7	44,45x44,45	95,25	9,65	1,81	10,43	0,57	no
301M	12,7	38,1x38,1	88,9	15,75	5,44	18,14	0,91	7,92
450M	12,7	44,45x44,45	111,25	19,05	9,07	18,14	0,91	no
451M	25,4	44,45x44,45	149,35	19,05	9,07	18,14	0,91	no
453M	12,7	44,45x44,45	111,25	19,05	9,07	18,14	0,91	12,7
750M	12,7	66,55x66,55	133,35	25,4	27,2	54,43	0,91	no
751M	25,4	66,55x66,55	171,45	25,4	27,2	54,43	0,91	no
753M	12,7	66,55x66,55	133,35	25,4	27,2	54,43	0,91	25,4
Modelli semplici, senza micrometro, solo nelle configurazioni X e XY.								
301MP	12,7	38,1x38,1	-	15,75	5,44	18,14	-	7,92
451MP	25,4	44,45x44,45	-	19,05	9,07	18,14	-	no
452MP	25,4	44,45x44,45	-	19,05	9,07	18,14	-	12,7
751MP	25,4	66,55x66,55	-	25,4	27,2	54,43	-	no
752MP	25,4	66,55x66,55	-	25,4	27,2	54,43	-	25,4
401M	12,7	50,8x44,45	117,35	19,05	9,07	18,14	9,07	no
501M	12,7	82,55x44,45	148,84	19,05	19,05	36,29	9,07	no
502M	25,4	82,55x44,45	188,21	19,05	19,05	36,29	9,07	no
701M	12,7	101,6x66,55	168,15	25,4	27,2	72,57	9,07	no
702M	25,4	101,6x66,55	209,55	25,4	27,2	72,57	9,07	no
1201M	25,4	79,25x79,25	184,15	22,35	13,6	38,55	13,61	no
1203M	25,4	79,25x79,25	184,15	22,35	13,6	38,55	13,61	25,4
2201M	25,4	104,65x104,65	212,85	22,35	13,6	38,55	13,61	no
2202M	50,8	104,65x104,65	260,35	22,35	13,6	38,55	13,61	no
2203M	25,4	104,65x104,65	212,85	22,35	13,6	38,55	13,61	38,1
2204M	50,8	104,65x104,65	260,35	22,35	13,6	38,55	13,61	38,1
3201M	25,4	130,05x130,05	235,71	22,35	13,6	38,55	13,61	no
3202M	50,8	130,05x130,05	285,75	22,35	13,6	38,55	13,61	no
3203M	25,4	130,55x130,05	235,71	22,35	13,6	38,55	13,61	50,8
3204M	50,8	130,05x130,05	255,75	22,35	13,6	38,55	13,61	50,8
Modelli semplici, senza micrometro, solo nelle configurazioni X e XY								
1202MP	50,8	79,25x79,25	-	22,35	13,6	38,55	-	no
1204MP	50,8	79,25x79,25	-	22,35	13,6	38,55	-	25,4
2205MP	76,2	104,65x104,65	-	22,35	13,6	38,55	-	no
2206MP	76,2	104,65x104,65	-	22,35	13,6	38,55	-	38,1
3205MP	101,6	104,65x104,65	-	22,35	13,6	38,55	-	no
3206MP	101,6	104,65x104,65	-	22,35	13,6	38,55	-	50,8

La corsa nom. eguaglia la quota misurab. totale nei modelli semplici.

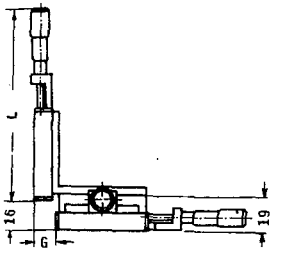
segue

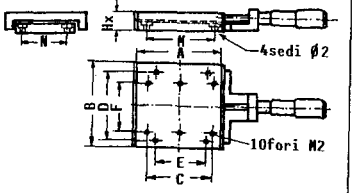
segue: Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Meccanismo di posizionamento a tre assi XYZ



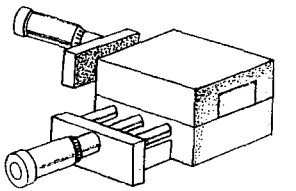
SERIE 100M - 200M



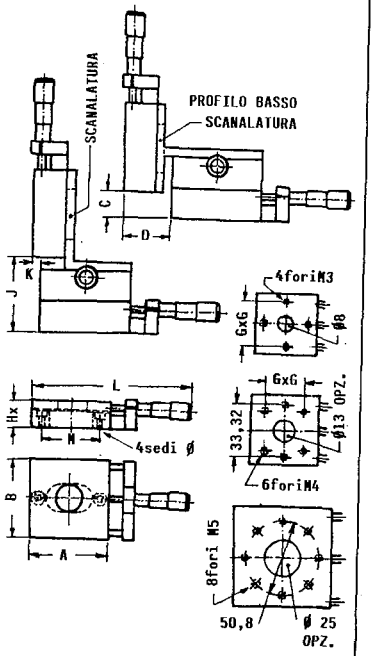


SERIE	C-D-M	E-N	F	G
101M	25,4	17,526	12,7	9,652
201M	38,1	30,226	25,4	11,18

2 assi XY



SERIE 300M - 450M - 750M



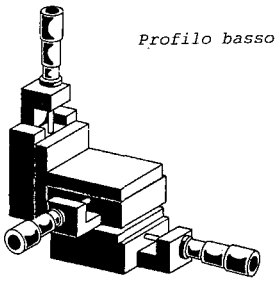
SERIE	M	N	C	D
300M	30,15	4,064	11,18	25,4
450M	33,32	5,588	17,53	28,45
750M	50,8	7,874	17,53	38,1

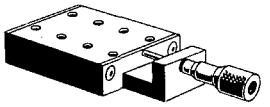
J	K	Hy	Scan.	G	Ø
41,15	8,128	31,75	8x22	30,15	M3
50,8	0	38,1	13x25	25,4	M4
66,54	1,524	50,8	25x38	50,8	M5

segue

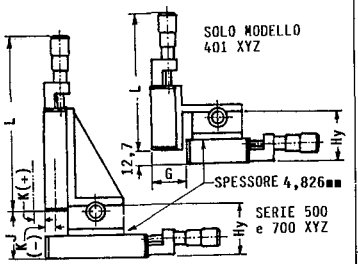
segue: Slitte a sfere e meccanismi di posizionamento

Profilo basso





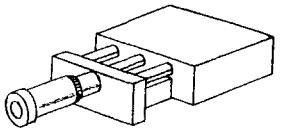
SERIE 400M - 500M - 700M



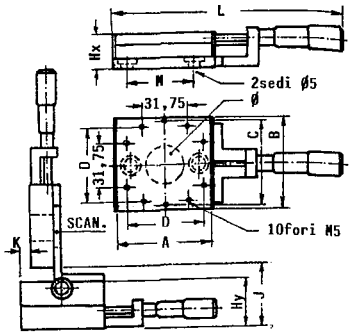
SERIE	C	D	E	Nº	Ø
400M	12,7	22,23	6,35	8	M4
500M	13,97	22,23	6,35	12	M4
700M	25,4	31,75	12,7	8	M5

M	G	J	K	Hy
41,15	28,45	-	-	42,93
69,85	-	39,62	0	42,93
85,85	-	52,32	-8,13	55,63

1 asse X



SERIE 1200M - 2200M - 3200M



SERIE	C-M	D	Ø	J
1200M	66,68	53,98	25	63,5
2200M	92,08	79,38	38	69,85
3200M	117,48	104,78	50	69,85

K	Scanalat.	Hy
12,7	25,4x50,8	44,70
14,22	38,1x63,5	44,70
28,45	50,8x101,6	44,70

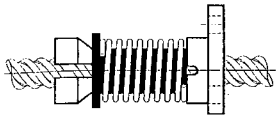
Nella designazione con:
R (prima del numero) si indica un modello a rulli incrociati.
Alla sigla del modello aggiungere:
X per il modello a 1 asse,
XY per il modello a 2 assi,
XYZ per il modello a 3 assi,
LO-XYZ per i modelli a profilo basso (disponibili solo nelle serie 300M, 400M, 450M, e 750M),
P nei modelli senza micrometro (disponibili solo in configurazione X e XY).
Progetti su richiesta del cliente.

Produz. Del-Tron. Precision Inc.
Rappr. GIMAR Via F. Busoni 7/A
MILANO 02-5512004 Fax 02-5466163

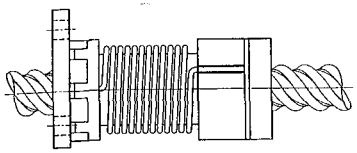
Viti conduttrici antigioco e supporti di scorrimento lineare

GIMAR - Via F. Busoni 7/A Milano - 02-5512004 Fax 02-5466163

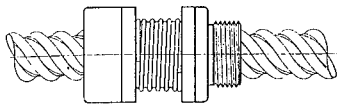
Viti e madreviti prodotte dalla KERK Motion Products Inc.
Disegnate appositamente per applicazioni a moto lineare, offrono una completa gamma di prodotti quali:
Viti e madrev. a recupero di gioco
Viti e madreviti,
Supporti di scorrimento lineare.
Le chiocciole prodotte in resine acetaliche con additivo lubrificante sono disponibili in una gamma di diametri a partire da 6,3 fino a 23 mm, spostamenti giro (passi) da 0,5 mm a 61 mm.
Le viti sono prodotte mediante un processo particolare in acciaio inox AISI 303 con lunghezze fino a 4 metri.
Viene assicurata una ripetibilità di posizionamento di 0,0013 mm.
Spostamenti precisi nell' ordine di 0,0001 mm testati con interferometro Laser. Non essendoci sfere a ricircolo, il rumore prodotto dallo scorrimento risulta particolarmente basso.
Le viti e madreviti a recupero di gioco, sfruttano un sistema di recupero di gioco e di usura automatico e brevettato dalla Kerk.
Le viti sono fornibili con ricopertura di Teflon per aumentare la lubrificazione e ridurre l'attrito con conseguente aumento della vita del componente.
La Kerk offre una flessibilità elevata nel progettare e produrre prodotti su specifica richiesta e disegno del cliente.



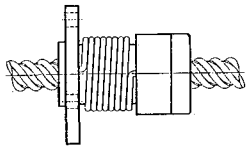
Serie ZBX (flangia triangolare)



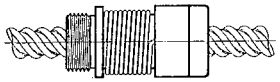
Serie KHD (flangia triangolare)



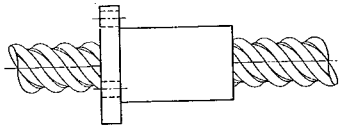
Serie HDP (attacco filettato)



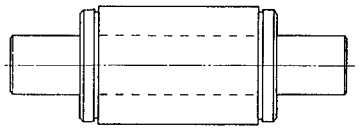
Serie VHD (flangia cilindrica)



Serie VHD (attacco filettato)



Vite e madrevite - Serie B
(flangia cilindrica)



Supporti - Serie LR
(acciaio grafitato e PTFE)

Riepilogo quantità, Serie:

Antigioco	N°Øviti	passi"	passi mm
ZBX	5	17	10
KHD	1	13	5
HDP	2	8	8
VHD	3	13	9
Viti B	7	20	13
Supporti LP Øalb.	6,31-9,46-12,64		

Controllo di Qualità secondo norme internazionali

Certificazione qualità dei prodotti.
La certificazione é l'atto mediante il quale un organismo di certificazione dichiara che un determinato prodotto, processo, servizio, sistema qualità aziendale é conforme alle norme o alle regole ad esso applicabili. Gli scopi principali della certificazione dei prodotti e dei servizi sono: garantire la conformità a requisiti di qualità e di affidabilità noti ed accettati dalla maggioranza degli utenti; facilitare la loro libera circolazione nel mercato internazionale.
Chiavi e cacciaviti a controllo torsiometrico sono indispensabili per ottenere prodotti da sottoporre a certificazione.

La Ditta Uvit-il Cingolo S.r.l. Via F. Busoni 7/A Milano, telef. (02)5516084, fax (02)54100448 per il controllo di qualità produce:

- Serie industriale a cedimento con ricarica automatica -
a) tipo a cricchetto regolabile con doppia scala.(Fig. 4)
b) con attacchi terminali intercambiabili.
c) per elettrodi.
Tutti gli accessori intercambiabili come: teste, terminali, adattatori, ecc. (Figg. 5)
Chiavi torsiometriche a slittamento "TORQUE SAFE". (Fig. 6)
- a interruzione "TORQUELEADER".
- a lettura dir. con doppia scala
- elettroniche (DYNALIGHT).
- Cacciaviti a controllo di coppia "QUICKSET" TORQUELEADER -
a) con regolazione di tipo micrometr. (12 modelli) (figura 2).
b) da pre-regolare alla coppia richiesta (19 modelli).
c) con doppia scala per lettura continua (8 modelli) (fig. 3).
RTU Gruppo limitatore di coppia.
Sono altresì disponibili:
Chiavi tors. pneumatiche a rotazione continua. Avvitatori pneum. con controllo di coppia fino a 1500 Nm. Diversi tipi di moltiplicatori di coppia con rapporti da 5:1 fino a 125:1.
- Strumenti di controllo -
a) meccanici/idraulici per controllo e taratura chiavi torsiometriche, avvitatori, verifica carichi assiali, ecc.
b) elettronici per taratura chiavi, avvitatori, carichi assiali, angoli di rotaz., allungamenti, ecc. Banchi di prova per detti.

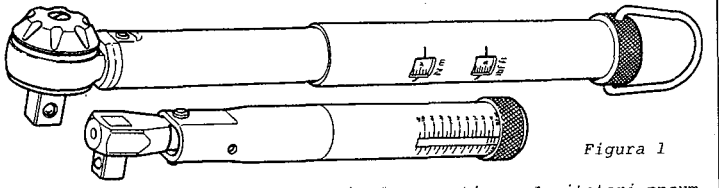


Figura 1

- Chiavi torsiometriche -
- A scatto con ricarica automatica serie "SLIM LINE" e serie professionale.
a) tipo regolabile con cricchetto (vedi figura 1).
b) tipo da produzione con cricchetto e scala di regolazione.
c) tipo regolabile con attacchi terminali intercambiabili
d) tipo da produz.con attacchi intercamb. senza scala di regol.
e) tipo da produz. o con scala di regolazione.

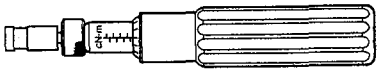


Figura 2

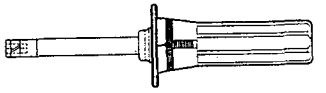


Figura 3

segue

segue: Controllo di Qualità secondo norme internazionali

Chiavi torsiometriche Serie industriale

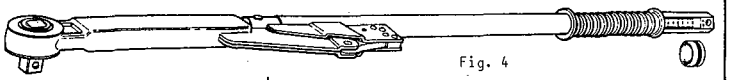


Fig. 4

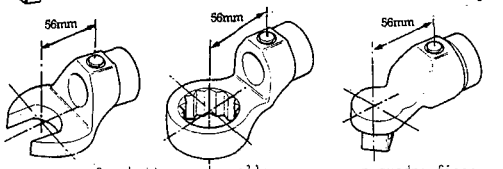


Fig. 5 - a forchetta ad anello con quadro fisso

Chiavi a cedimento con ricarica automatica. Da 100 a 1500 N·m. Possono essere fornite già pretarate con indicazione della coppia stampigliata sulla chiave stessa.

Chiavi torsiometriche a slittamento "TORQUE SAFE"

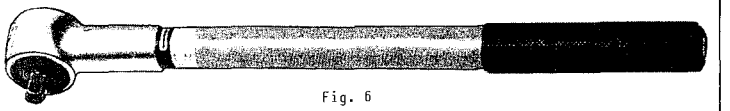
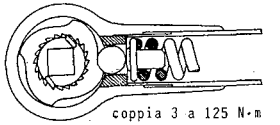


Fig. 6



coppia 3 a 125 N·m

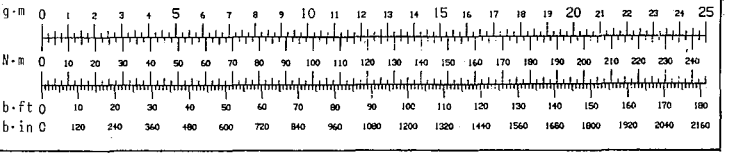
Le chiavi "TORQUE SAFE" hanno un cricchetto incorporato e protetto, a 36 denti (TSN25) e 48 denti (TSN55 e 125). Le chiavi torsiometr. NORBAR sono conformi a: B.S.6703/1988 - ISO 6789 - USA GGG-W-00686 C (GSA-FSS) La ditta é iscritta per il Controllo Qualità alle norme della Difesa AQAP4 ed.2

Carico max (raccomand.) e valore di coppia, viti fil.ISO passo grosso

	3.6		5.6		6.8		8.8		10.9		12.9		A/F
mm	Newton	N·m	Newton	N·m	Newton	N·m	Newton	N·m	Newton	N·m	Newton	N·m	mm
2	284	0,12	378	0,16	731	0,31	863	0,37	1216	0,52	1461	0,63	4
3	726	0,44	966	0,59	1863	1,13	2206	1,34	3109	1,88	3727	2,26	5,5
4	1255	1,00	1677	1,34	3226	2,60	3825	3,04	5374	4,31	6453	5,15	7
5	2059	1,96	2736	2,65	5286	5,10	6257	6,03	8806	8,48	10591	10,20	8,9
6	2903	3,43	3864	4,51	7453	8,73	8836	10,30	12405	14,71	14906	17,65	10
8	5315	8,24	7090	10,79	13680	21,57	16230	25,50	22751	35,30	27360	42,17	13,14
10	8473	16,7	11278	21,57	21771	42,17	25791	50,01	36284	70,61	43541	82,32	15,17
12	12356	28,4	16475	38,25	31773	73,55	37657	87,28	52956	122,6	63547	147,1	19,21
16	23340	69,6	31087	93,16	60016	178,5	71196	210,8	100027	299,1	120131	357,9	24,26
20	36481	135	48641	180	93849	384,1	111305	411,9	156415	578,6	187796	696,3	30
24	52563	230	70019	308,9	135331	598,2	160338	711,0	225552	1000	270662	1196	36
30	84043	466	112286	622,7	215745	1206	255952	1422	359902	2010	432471	2403	46
36	123073	814	164261	1089	316753	2099	374612	2481	527595	3491	632526	4197	55
42	169164	1304	225552	1746	435413	3364	515827	3991	725688	5609	870826	6727	65

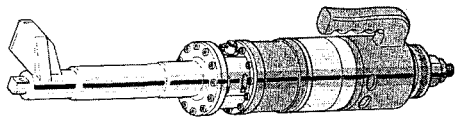
Valori di coppia dati solo per guida. Controllare con le indicazioni del fornitore.

Scala di conversione dei valori di coppia



segue

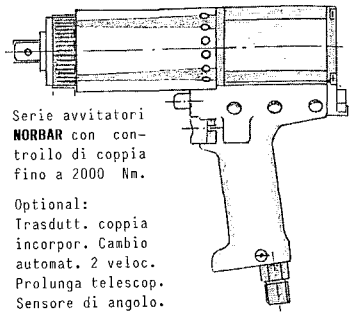
Chiavi ed avvitatori pneumatici, moltiplicatori di coppia



Chiavi pneumatiche torsiometriche **PNEUTORQUE** a rotazione continua. Tipo **PT** con prolunga, cambio automatico a 2 velocità e trasduttore ad anello.

*L'imbullonatrice ad aria compressa **PNEUTORQUE** consiste in un robusto motore invertibile ad aria che aziona tre o più stadi di ingranaggi epicicloidali. Dopo ogni gruppo di questi si usano progressivamente ingranaggi più robusti per trasmettere l'aumento di forza. Lo stadio di ingranaggi finale include il quadro di uscita sul quale si innestano delle normali bussole. Sono macchine particolarmente efficienti per serrare e allentare bulloni da 19 a 150mm 10 modelli, capacità di coppia da 750 a 81500 Nm, attacco quadro da 3/4" a 3.½", giri/min 30 a 0,2, rapporto cambio 5:1.*
Alcuni normali impieghi: Sedi di valvole, giunti di alta pressione, pompe alimentazione, caldaie, testate motori, strutture metalliche, fissaggio compressori, turbine, scavatrici, buldozer, serbatoi pressurizzati. Dadi ruote e bulloni a "U" per veicoli, ecc.

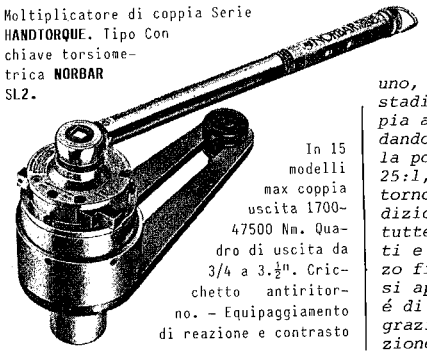
Prodotto in 4 modelli con coppie 90-500 e 190-1000 quadro 3/4" (a richiesta 1") da 300 a 2000 Nm e quadro da 1". Compatti e leggeri (kg 6,5). Precisione stallo ±5% Assenza di sollecitazioni durante il serraggio. Operatività destrorsa e sinistrorsa nella versione standard. Motore ad alto rendimento e minimo consumo d'aria. Silenzioso e con scarico aria lontano dall'operatore. Possibilità di soluzioni modulari per avere unità di avvitamento plurimandrino. Semplicità di reazione durante avvitamento con possibilità di soluzioni con reazioni speciali.



Serie avvitatori **NORBAR** con controllo di coppia fino a 2000 Nm.

Optional:
Trasdutt. coppia incorpor. Cambio automat. 2 veloc. Prolunga telescop. Sensore di angolo. Bilanciamento.

Moltiplicatore di coppia Serie **HANDTORQUE**. Tipo Con chiave torsiometrica **NORBAR** SL2.



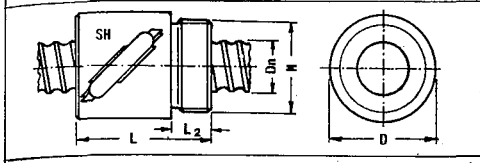
In 15 modelli max coppia uscita 1700-47500 Nm. Quadro di uscita da 3/4 a 3.½". Cricchetto antiritorno. - Equipaggiamento di reazione e contrasto

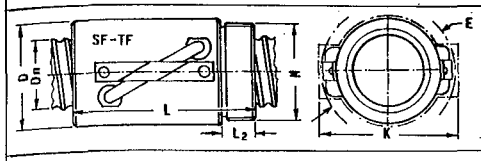
*I moltiplicatori di coppia **NORBAR** incorporano una serie di ingranaggi epicicloidali avente uno, due oppure tre stadi. Ogni stadio ingranaggi aumenta la coppia applicata con un fattore di 5 dando così alla gamma **HANDTORQUE** la possibilita di rapporti 5:1, 25:1, 125:1. Il cricchetto antiritorno conprende un cricchetto addizionale che blocca sul nascere tutte le forze elastiche resistenti e riduce notevolmente lo sforzo fisico dell'operatore. Quando si applicano 2000 Nm, la reazione é di 2000 Nm ad un raggio di 1 m. grazie all'equipaggiamento di reazione e contrasto*

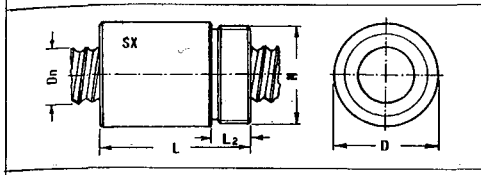
Ditta **Uvit-il Cingolo** S.r.l. Via F. Busono 7/A Milano 02-5516084 Fax 02+54100448

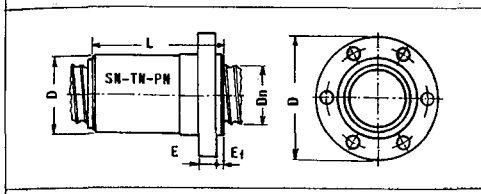
Viti a ricircolazione di sfere rullate di precisione SKF

Scelta del tipo corrispondente alle esigenze di servizio

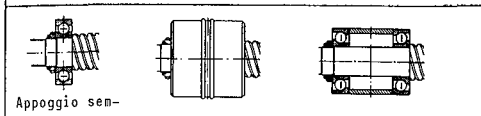




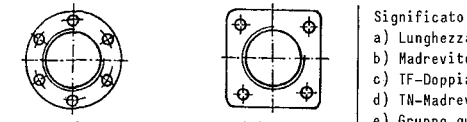




Dn	Passo	a	b	c	d	e	f	g
6	2	1050	x					
8	2,5	1050	x					
10	2	1050	x					
12	4	2100	x					
12,7	12,7	2100	x					
16	2-5	2100	x					
20	5	4300	x			x		
20	5	4300	x			x	x	x
25	5-10-25	5750	x	x		x	x	x
32	5-10	5750	x			x	x	x
40	5-10-40	5750	x	x		x	x	x
50	10	5750	x				x	x
63	10	5750	x				x	x
20	5	4300	x			x	x	x
25	5-10	5750	x			x	x	x
32	5-10	5750	x			x	x	x
40	5-10	5750	x			x	x	x
50	10	5750	x				x	x
63	10	5750	x				x	x
80	20	5750	x					x
16	5	2100	x		x			x
20	5	4300	x		x	x		x
25	5	5750	x		x	x		x
32	5-10	5750	x		x	x		x
40	5-10	5750	x		x	x		x
50	10	5750	x		x			x
63	10	5750	x		x			x
80	20	5750	x					x



Appoggio semplice di estremità. Gruppo di guida BSFB (e). Estremità incastrata. Madrevite guidata assimilabile ad un gruppo di estremità.



Flange per madrevite (f)
rotonde FHRF quadrate FHSF

Significato delle lettere in tabella:
a) Lunghezza max della vite.
b) Madrevite con gioco assiale.
c) TF-Doppia madrev. con prec. elastico.
d) TN-Madrev. unica. PN-Prec. per rigid.
e) Gruppo guida + flangia di montaggio.
f) Flange per madrevite.
g) Guarnizioni. Sistema sicurezza integr.

Precisione del passo, da scegliere tra 4 classi: G5 (max), G6, G7, G9. Estremità delle viti: troncate a misura, idem con estremità ricotta, lavorate standard o su indicazione del cliente. Nella pagina che segue, quanto necessario in fase di progetto. Per tutte le indicazioni supplementari e i calcoli di durata, rendimento, momento motore e potenza, carichi di punta, velocità ecc. chiedere alla SKF il catalogo 3792 I, e il catalogo 4065 I, per quanto riguarda le viti tipo SX.

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

segue

segue: Viti a ricircolazione di sfere rullate di precisione SKF

Designaz.	DnxP	Cap.car. C(kN)	Co	Circ. sfere	Gioco ass. max	min	D	M	L	L_2
							mm			
SHBO	6x2	1,2	1,5	1x2,5	0,05	0,02	16,5	M14x1	20	7,5
SHBO	8x2,5	1,5	2,2	1x2,5	0,07	0,03	17,5	M15x1	23,5	7,5
SHBO	10x2	1,6	2,6	1x2,5	0,07	0,03	19,5	M17x1	22	7,5
SHBO	10x3	2,3	3,5	1x2,5	0,07	0,03	21	M18x1	29	9
SHBO	12x4	3,4	5,4	1x2,5	0,07	0,03	25,5	M20x1	34	10
SHCO	12,7x12,7	3,25	9	2x1,5	0,07	0,03	29,5	M25x1,5	50	12
SHBO	16x2	2	4,4	1x2,5	0,07	0,03	29,5	M25x1,5	27	12
SHBO	16x5	5,2	8,7	1x2,5	0,07	0,03	32,5	M26x1,5	42	12
SHBO	20x5	8,2	16	1x2,5	0,10	0,05	38	M35x1,5	45	15

Designaz.	DnxP	Cap. car. C (kN)	Co	Circ. sfere	Gioco ass. max	min	D	M	L	L_2	E	K
							mm					
SFB	20x5	11,2	23,3	1x3,5	0,10	0,05	38	M35x1,5	54	14	51	45
SFC	25x5	17	42,1	2x2,5	0,10	0,05	43	M40x1,5	69	19	67	50
SFC	25x10	17	42,1	2x2,5	0,10	0,05	43	M40x1,5	69	19	57	56,5
SFC	25x25	11,1	27,7	2x2,5	0,10	0,05	43	M40x1,5	89	19	57	56,5
SFC	32x5	19,4	56,2	2x2,5	0,10	0,05	52	M48x1,5	69	19	66	59
SFC	32x10	19,4	56,2	2x2,5	0,10	0,05	52	M48x1,5	69	19	66	65,5
SFC	40x5	21,2	70,3	2x2,5	0,13	0,05	60	M56x1,5	69	19	75	67
SFC	40x10	55,8	142	2x2,5	0,13	0,06	65	M60x2	110	24	88	76
SFC	40x40	26	67	2x1,5	0,13	0,06	65	M60x2	133	24	90	88,4
SFD	40x40	47,2	134	4x1,5	0,13	0,06	65	M60x2	133	24	90	88,4
SFC	50x10	80,6	241	2x3,5	0,15	0,08	78	M72x2	135	29	101	89
SFC	63x10	90,2	310	2x3,5	0,15	0,08	93	M85x2	135	29	118	104

Designaz.	DnxP	Cap. car. C (kN)	Co	Circ. sfere	Gioco ass. max	min	D	M	L	L_2
							mm			
SX4	20x5	11,7	24,4	4	0,10	0,05	38	M35x1,5	54	14
SX5	25x5	15,6	37,8	5	0,10	0,05	43	M40x1,5	69	19
SX4	25x10	20,8	43,9	4	0,12	0,08	43	M40x1,5	87	19
SX5	32x5	17,8	50,4	5	0,10	0,05	52	M48x1,5	69	19
SX4	32x10	36,8	77,6	4	0,12	0,08	54	M48x1,5	95	19
SX5	40x5	19,5	63,1	5	0,10	0,05	60	M56x1,5	69	19
SX5	40x10	51,3	127	5	0,12	0,08	65	M60x2	110	24
SX6	50x10	66,1	189	6	0,12	0,08	78	M72x2	135	29
SX6	63x10	74	243	6	0,12	0,08	93	M80x2	135	29
SX6	80x20	165	484	6	0,15	0,08	120	M110x2	226	39

Designaz.	DnxP	Cap. car. C (kN)	Co	Circ. sfere	Gioco ass. max	min	Dim. comuni L_2	D	D_1	E	E_1	Design.		Cap. carico C (kN)	Co	Circ. sfere	l_2
SN3	16x5	6,8	12,4	3	0,08	0,05	50,5	28	48	10	6	TN2	PN2	4,8	8,3	2x2	52
SN3	20x5	9,1	18,3	3	0,10	0,05	52,5	33	57	12	6	TN2	PN2	6,4	12,2	2x2	58
SN3	25x5	10,1	22,6	3	0,10	0,05	52,5	38	62	12	6	TN3	PN3	10,1	22,6	2x3	70
SN4	25x10	18,8	39	4	0,12	0,08	85	43	67	12	6	TN2	PN2	10,4	19,5	2x2	85
SN4	32x5	14,7	40,2	4	0,10	0,05	57,5	45	70	12	6	TN4	PN4	14,7	40,2	2x4	80
SN3	32x10	31,3	64,4	3	0,12	0,08	79	54	87	16	6	TN3	PN3	31,3	64,4	2x3	113
SN5	40x5	19,4	63	5	0,10	0,05	64,5	53	80	14	6	TN5	PN5	19,4	63	2x5	94
SN5	40x10	51,3	127	5	0,12	0,08	99	63	95	16	6	TN4	PN4	42,3	101	2x4	134
SN5	50x10	56,4	157	5	0,12	0,08	99	72	110	16	6	TN5	PN5	56,4	157	2x5	157
SN5	63x10	63,1	202	5	0,12	0,08	103	85	115	20	6	TN5	PN5	63,1	202	2x5	161
SN6	80x20	169	510	6	0,15	0,08	218	115	170	27	10	-	-				

I tipi SH, di piccole dimensioni, per le applicazioni di serie, hanno madrevite con ricircolo interno delle sfere e terminale filettato per facilitarne il montaggio. Applicazioni: Attrezzature per stampa, missilistiche, pilotaggio automatico. Dispositivi: per inabili, riducazione, dosatori e attuatori per portali.

I tipi SF con viti di Ø da 20 a 63, hanno madreviti con ricircolo esterno delle sfere, terminale filettato atto anche a ricevere flange standard. Montate contrapposte eliminano il gioco assiale (TF).

I tipi SX con madrevite a ricircolo interno e velocità del 50% maggiore, possono sostituire i tipi SF per i passi 5, 10 e 20 mm. Applicazioni: Tavole uso radiologico, di saldatura. Attrezzature: stampa, lavoraz. legno odontotecniche, bobinatrici, presse, segatrici, macchine transfer, prove di trazione.

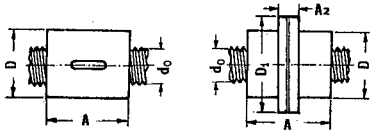
I tipi SN, TN e PN hanno ricircolo interno e flange integrate di montaggio. La madrevite TN é singola con precarico che elimina il gioco assiale. La PN é precaricata per rigidità ottimale. Applicazioni: Macchine: prove di trazione, lavor. del legno a transfer, alesatrici, fresatrici, rettificatrici, a comando numerico. Robot, sollevatori, veicoli filoguidati, ecc.

Viti a rulli satelliti e viti a ricircolo di rulli SKF

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

a) Viti a rulli satelliti

Serie madrev. cilindr.
SRC con gioco assiale
TRU con precarica
PRU per rigid. ottim.
Serie madrev. flangiate
SRF con gioco assiale
TRK con precarica
PRK per rigid. ottim.



d_0 mm	2	4	5	6	8	9	10	12	15	16	18	20	24	25	30	35	36	40	42	din. Ca• kN	stat. Co• kN	A mm	cil D mm	flangiate A_2	D	D_1
								mm																		
8	*	o	o																	4,64	7,00	31	21			
8	x	*	o																	9,19	16,3	44	25	16	25	46
12	*	o	o																	5,85	7,39	31	26			
12	x	o	*																	14,5	22,3	44	30	16	30	51
15	*	o	o																	9,90	15,2	35	34			
15	x	o	*	o	o															21,2	36,3	50	35	18	35	58
20				*	o															21,9	37,4	50	40	18	40	63
20	*	o	o																	28,8	72,0	55	42			
21			*	o	o	x	*													44,8	68,7	64	45	18	45	68
24				o	x	o	o	*												39,0	52,0	58	48	18	48	71
25			*	o	x	x	*	x	o											55,5	89,0	78	53	20	56	84
30			*	o	o	x	o	x	x	*										88,0	148,1	85	64	27	64	98
36				o	o	o	o	o	o	x	o	x	*							101,1	153,7	80	68	27	68	102
39			*	x	o	x	*	x	o	x	x	o	x	*						124,4	219,1	100	80	33	82	124
44					o	o	o	o	x	x	o	x	o	x	*					135,6	205,4	90	80	33	82	124
48			*	o	o	x	*	x	o	x	x	o	x	o	x					175,6	398,6	127	100	37	105	150
56					o	x	x	o	o	o	o	o	o	x	o	x	*			215,4	353,5	112	100	37	105	150
60				o	x	*	x	o	x	x	o	x	o	x						276,8	649,7	152	122	45	122	180
64						o	*	x	o	o	x	o	x	o	x	o				242,3	636,1	129	115	45	120	180
75						o	o	o	x	x	*	x	o	x						485,2	1247	191	150	45	150	210
80						o	*	x	o	o	o	*	x	o	x	o	x	o		368,3	973,0	156	140	45	150	210
99								o	o	x	*	x	o	x	o					784,2	2575	260	200	55	200	275
100							o	x	x	o	x	*	x	x	x	x	x	x		556,1	1522	195	180	50	180	255
120							x	x	x	o	x	*	x	x	x	x				775,8	2523	240	220	55	220	295
120											o	x	*	o	o					955,9	3365	280	240	55	260	340
150										o	x	x	x	x	x	*				980,9	3423	305	280	65	280	370
150											o	x	*	x	o	x	o			1354	5680	400	320	75	320	405
180											x	x	x	*	x	x	x			1664	7558	515	420	80	420	505
210											x	x	x	*	x	x	x			1946	9479	550	480	100	480	565

Solo i tipi cilindrici SRCX - TRUX - PRUX

* *Passo standard destro.*
° *Passi destri (attrezzature disponibili).*
x *Fornibili su richiesta.*
• *Valori per madreviti tipo SRC e SRF. Dividendo il valore di C_a per 1,81 e quello di C_o per 2, si ottengono i rispettivi valori delle madreviti tipo TR e PR.*
*Quando i passi * sono più di uno, i valori C_a e C_o sono valori medi indicativi.*

La capacità di traslare elevati carichi per migliaia di ore in difficili condizioni di funzionamento, rende le viti a rulli satelliti della serie SR/TR/PR particolarmente adatte alle applicazioni più pesanti. La robustezza della madrevite permette di resistere ai carichi di shock, mentre il sistema di sincronizzazione dei rulli assicura una elevata affidabilità sia in fase di accele-

segue

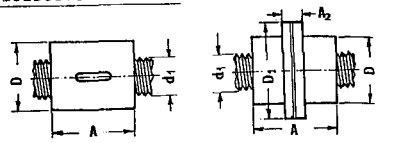
segue: Viti a rulli e viti a ricircolo di rulli SKF

razione che in qualsiasi altra condizione di impiego; la rilevante lunghezza dei passi, associata ad una madrevite compatta e simmetrica permette elevate velocità lineari. Campi di applicazione: Robot industriali ed equipaggiamenti automatici; impieghi militari; macchine utensili; industrie siderurgiche e della gomma; centri nucleari.

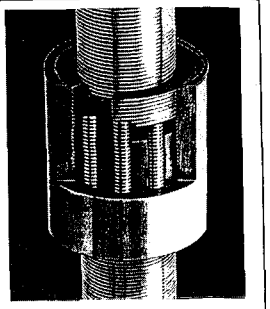
- Applicazioni speciali -
Viti a rulli satelliti in acciaio inox stanno operando in modo preciso ed affidabile immerse in acqua di impianti nucleari.

b) Viti a ricircolo di rulli

Serie disponibili:
con madrev. cilindr.
SVC con gioco assiale
PVU precaricate.
con madrev. flangiate
PVK precaricate.



d_1	passo 1	2	3	4	5	d_1 xP	din. C_a* kN	stat. C_0* kN	flangiata D	D_1	A_2	A	cil. D	A
									mm			mm	mm	
8	°x													
10	*x					10x1	8,90	11,4	22	43	16	40	22	31
12	*x	*x				12x1	10,3	14,0	25	46	16	40	24	31
16	*x	*x				12x2								
20	*x	*x				16x1	11,5	16,8	30	51	16	40	29	31
25	*x	*				16x2								
32	*x	*				20x1	18,5	36,6	35	58	18	45	34	37
40	*	°x				20x2								
50	°	°x	°	°x		25x1	32,9	68,4	45	68	18	54	42	44
63		°x		°		25x2								
80				°		32x1	64,3	159,2	56	84	20	67	54	57
100					°	32x2								
125					°	40x1	79,1	231,6	68	102	27	75	68	63



* Passo standard destro.
° Passi destri (attrezzature disponibili).
x Passi sinistri disponibili.

• Valori per madreviti tipo SV. Dividendo il valore di Ca per 1,74 e quello di C_0 per 2, si ottengono i rispettivi valori delle madreviti tipo PV.

Il piccolo passo che distingue le viti a ricircolo di rulli della serie SV/PV permette di ottenere le massime precisioni di posizionamento; l'elevato rendimento permette di ridurre la coppia di comando e di incrementare la risoluzione. Ciò permette di migliorare la catena cinematica aumentandone le prestazioni e la rigidezza. Queste viti sono spesso utilizzate in applicazioni di tecnologia avanzata dove é vitale ottenere le massime prestazioni.

- Campi di applicazione -
Industria della stampa, macchine utensili; industria aerospaziale; industria della carta; impieghi biomedicali; attrezzature per laboratori; Applicazioni speciali: Viti a ricircolo di rulli, in acciaio inox e con lubrificante secco, sono impiegate a bordo di satelliti.

Nota sulle viti a rulli

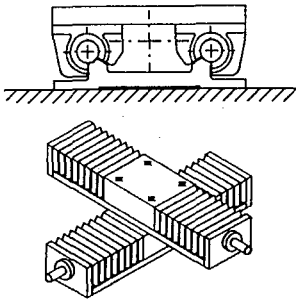
Le tolleranze standard di lavorazione si riferiscono al grado di lavorazione 5, cui appartengono le viti con precisione di passo G_1, G_3 e G_5. Se si richiedono i gradi di lavorazione 1 e 3, si deve specificarlo in fase di ordine. Questi dati sono sufficienti in fase di progetto. Tutte le altre informazioni tecniche si trovano nel catalogo 3793 I che può essere richiesto alla SKF.

Tavole di posizionamento SKF

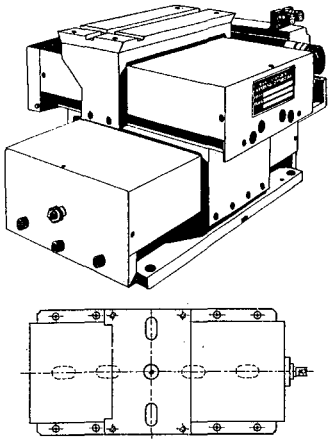
SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

Tavole di posizionamento

- Di precisione con manicotti a sfere LZLB 16, 25, 40. Movimento con viti a ricircolo di sfere, carichi fino a 40 kN, corse fino a 1 m. Protezioni a soffietto.
- Con pattini a ricircolo di sfere LLB precaricati 15, 20, 25, 35. Con guide a "V" e gabbia a rulli LLV06. Movimento con viti a ricircolo di sfere o rulli; motorizzabili. Carichi fino a 144 kN, corse fino a 1200 mm.
Protezioni a soffietto.
Chiedere il catalogo 0989 alla ditta SKF Componenti industriali.



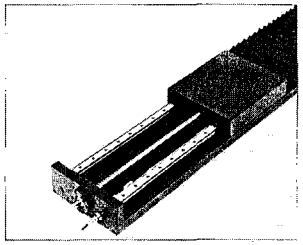
Tavole di posizionamento lamierate



(Sistema di protezione di tipo continuo di notevole robustezza). Guide profilate a ricircolo di sfere LBB a quattro pattini per elevate precisioni, rigidezza e notevoli carichi(fino a 58,7 kN). Movimento con vite a ricircolo di sfere SN, TN o PN. Quattro dimensioni, corse fino a 1550 mm. Velocità fino a 26 m/min. Possibilità di montaggio ortogon. Chiedere catalogo 9002 alla SKF.

Tavole di posizionamento con guide profilate

Due rotaie profilate, ciascuna con 2 carrelli a ricircolo di sfere. Con questo tipo di tavola é possibile soddisfare in modo economico le necessità di un vasto campo di applicazioni.
Movimento con vite a ricircolo di sfere o cinghia dentata (3202).
Sette tipi LBB.Carichi fino a 180 kN. Corse fino ad oltre 3 metri.
Possibilità di montaggio ortogon.
Chiedere catalogo AG 4115 I a SKF

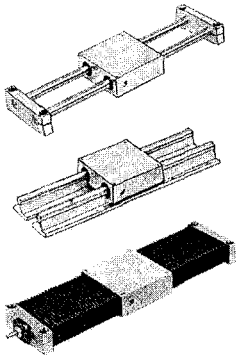


segue

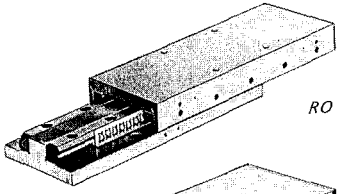
segue: Tavole di posizionamento SKF

Tavole di posizionamento SKF Quadro

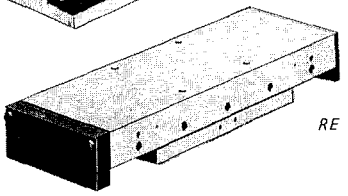
Associano le caratteristiche di precisione alla capacità di carico (fino a 47 kN).
Quattro tipi e sette diverse dimensioni con scorrimento su manicotti a sfere:
LZBU, LZAU senza dispositivo di movimentazione ne di protezione.
LZBB, LZAB con movimento a ricircolo di sfere e protezioni a soffietto.
Chiedere catalogo 3933 I a SKF.



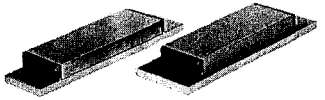
Tavole di posizionamento di precisione



RO



RE



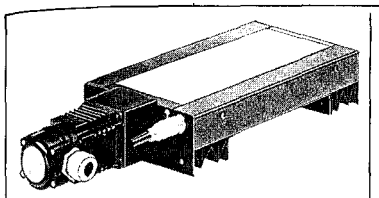
REAN REAB

RS RSM PSK

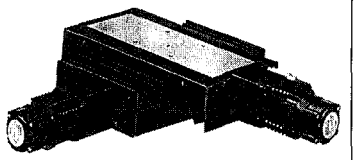
Tutte le tavole di precisione sono costruite con uno dei tre diversi sistemi di guida lineare:
R = rulli incrociati,
N = rullini (con gabbia),
P = pattini ad attrito radente.
Guide lineari con gabbie a sfere, per un funzionamento particolarmente dolce e regolare, sono disponibili soltanto su richiesta.
- Esecuzione aperta: RO, NO, PO; scorrevoli di uguale lunghezza, guide non protette e senza dispositivi di movimentazione. Nove larghezze tavola (da 40 a 400 mm)
- Esecuzione con piastra di estremità: RE, NE, PE; scorrevole superiore più lungo della base. Nove larghezze delle tavole (da 40 a 400 mm).
- Esecuzione con piastre di estremità stagne: REA, NEA, PEA; basamento standard: REAN-NEAN-PEAN e con basam. largo: REAB-NEAB-PEAB. Sette largh. tav. (da 40a 300 mm)
- Esecuzione per movimentazione manuale: RS, NS, PS.
Il disegno é uguale a quello della gamma RE-NE-PE.
Con zigrinatura micrometrica: RSM NSM, PSM. Con manovella: RSK, NSK PSK. Nove larghezze delle tavole (da 40 a 400 mm).
Capacità di carico fino a 362 kN.

segue

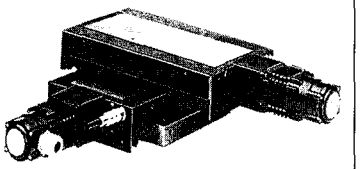
segue: Tavole di posizionamento SKF



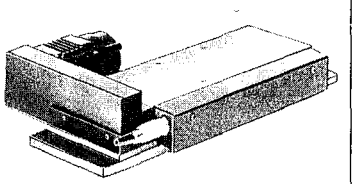
- Tavole di posizionamento per movimentazione motorizzata:
RSS, NSS, PSS;
Cinque larghez. (da 100 a 400 mm)
Traslazione (secondo le dimensioni) con viti a ricircolo di sfere o a rulli satelliti.
Protezioni a soffietto.



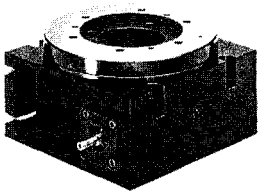
- Tavole di posizionamento montate a croce e motorizzate:
KN, KU, KX.
Tutte le tavole di traslazione con la stessa larghezza sono disponibili già montate a croce con collegamento centrale effettuato secondo la disposizione dei fori di montaggio standard.



- Unità combinata di tipo KN+GT.
Al posto delle staffe angolari di montaggio, é montata una piastra di appoggio GP che può servire da
- piastra di appoggio per unità standard (superficie mobile inferiore).
- piastra della tavola per unità sopraelevate (superf. mob. sup.).
- piastra intermedia per tavole incrociate con movimento con cinghia dentata.



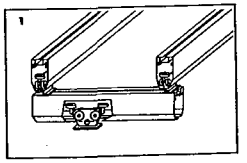
- Per movimentazione motorizzata stagna: RSAS, NSAS, PSAS.
Quattro larghezze (100 ÷ 300 mm).
Guida resa stagna da una piastra d'appoggio e da tenute supplementari. Montaggio laterale del motore con cinghia dentata,motorizzazione 1:1.
Vasta gamma di motori.



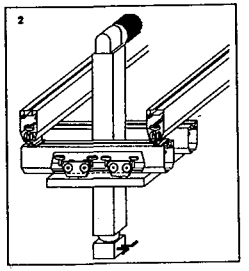
- Tavola rotante di precisione RT motorizzazione con riduttore a gioco zero; rapporto di riduzione 90:1. Idonea per applicazioni di misura, di lavorazioni e di movimentazione.
Movimentazione motorizzata o funzionamento manuale. Chiedere catalogo: Tavole di posizionamento di precisione AG 4042 I alla SKF.

Profili a rotaia Movorail

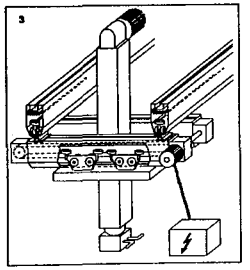
SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.



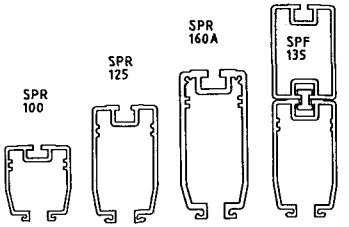
*Tre profili a rotaia **Movorail**, formano un semplice paranco a cui si può collegare un gruppo di sollevamento, una catena, attrezzature per saldatura, utensili ed altro.*



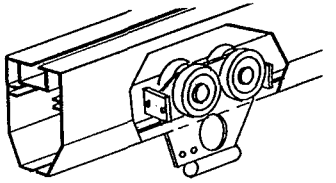
***Movolift** é un sollevamento a ricircolo di sfere, ergonomico, resistente alla torsione con movimenti di alzata e discesa, variabili con continuità; se alimentato in modo centrale, può ruotare di 360° e può essere azionato pneumaticamente. E'comandato tramite joystick. Sarà quindi un montacarichi facilmente spostabile.*



*Per spostamenti precisi e veloci per lunghi tratti, si può aggiungere al sistema precedente una cinghia dentata mossa da un motore elettrico, costruendo così un **Tollbelt**. Questo, associato ad una unità di controllo costituisce un robot a tre assi per carichi elevati, con un'area di lavoro di circa 120 m. I sistemi Movorail oltre ad essere economici, sono ampliabili per le future esigenze. Rotaie Movorail (SPR 100, SPR 125 SPR 160A) per carichi rispettivi di 100, 300 e 600 kg. Lunghezze a richiesta anche con giunzioni a scomparsa, sui profili rettilinei o curvi. Profili di rinforzo (SPF 135). La rotaia può contenere un binario elettrificato con 5 conduttori continui a barra per alimentare paranchi,carrelli motorizzati,utensili e altre apparecchiature lungo la linea di produzione E'anche possibile un collegamento elettrico, tramite cavo esterno.*



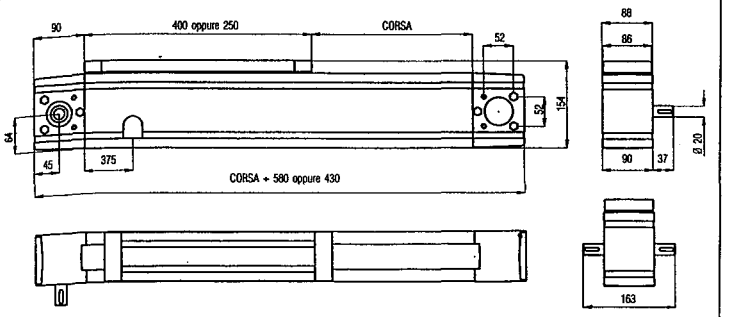
***Carrelli** ad azionamento manuale (LPV) motorizzati a contatti striscianti (MDV), per percorsi non rettilinei (BGV), combinati (MDV+ BGV). Portate fino a 600 kg.*



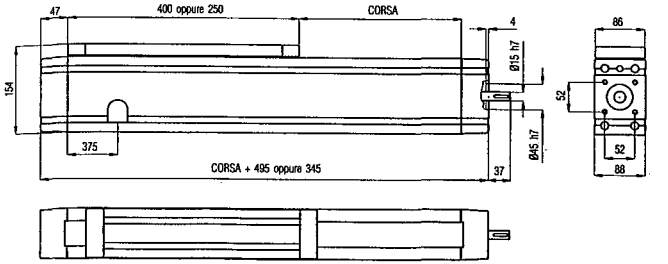
***Accessori** e componenti supplemantari come: scambi, tavole rotanti carrelli porta cavi, supporti per gru a bandiera, ecc.*

Unità di guida lineari Flex-Link

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

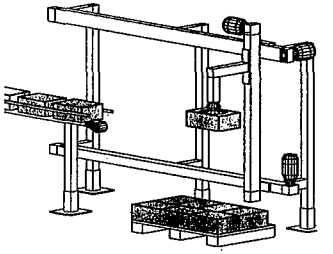


Unità a cinghia dentata



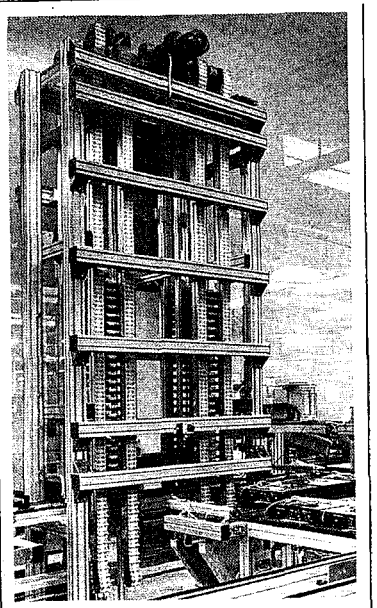
Unità a vite ricircolo sfere o madrev. in plastica

Sono disponibili in due versioni: Con carrello lungo 250 mm oppure da 400 mm. La movimentazione può essere realizzata con cinghia dentata (unità XRMB), con vite a ricircolo di sfere o con vite e madrevite in plastica (unità XRMS); é anche disponibile la versione con carrello libero (unità XRMG).

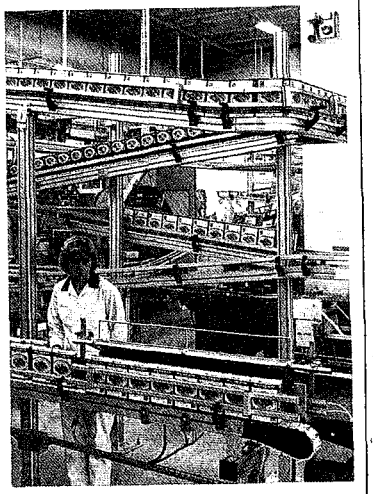


Sono fornite come unità completa, gia collaudate nella lunghezza richiesta. E' una soluzione affidabile per movimenti veloci e precisi sia in verticale che in orizzontale. E' costruita facendo uso di alluminio e materiali plastici non soggetti a corrosione. Sono disponibili diversi tipi di carrello in funzione dell'applicazione, tutti provvisti di scanalature a T. Si prestano ad un vasto campo di applicazioni tra cui in particolare: operazioni di carico e scarico di macchine operatrici; centri di lavoro e collaudo; prelievo e posizionamento; operazioni di confezionamento e imballaggio; integrazione di macchine utensili e centri di lavorazione. Chiedere catalogo alla SKF.

Sistemi di strutture e convogliamento Flex-Link

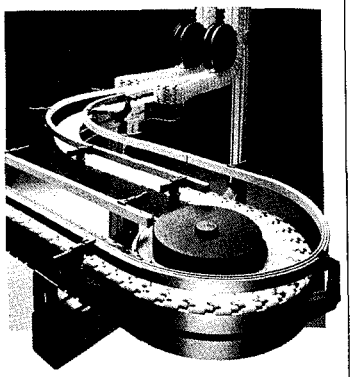


Area di accumulo per linea di assemblaggio



Linea di confezionamento

I profili per strutture Flex-Link permettono di realizzare delle incastellature di sostegno, supporti per macchine, divisioni, basamenti per lo scorrimento lineare e molti altri sistemi collegati, siano meccanici che industriali. Flex-Link é stato ideato per permettere un montaggio facile, rapido ed economico, sia che si tratti di strutture permanenti, provvisorie o prototipo. Questo nuovo tipo di struttura utilizza una combinazione di profili a sezione quadra in profilati di alluminio estrusi, che garantiscono una massima stabilità e resistenza alla torsione. Tale struttura é formata da profili, staffe, angolari, piastrine di connessione, di fis-

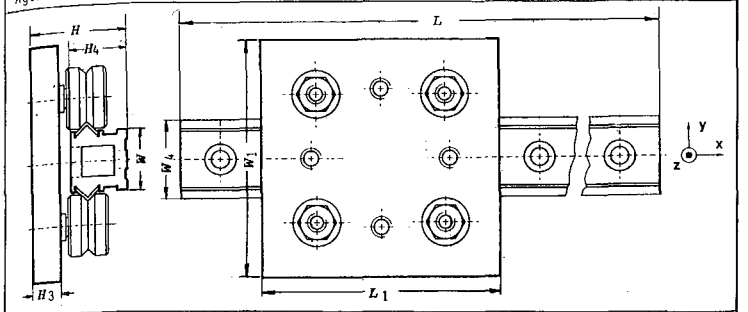


Curva orizzontale con ruota 180° e elevatore a catene contrapposte

saggio e di copertura delle estremità, basamenti, gruppi di motorizzazione standard, intermedi, catenaria e curve orizzontali. Facilità di montaggio, registrazione e smontaggio. Non occorrono saldature. Rapido sviluppo dallo studio alla progettazione finale. Molteplice riutilizzo dei componenti. Elementi scorrevoli per la movimentazione lineare. Chiedere il catalogo 42941 alla SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771

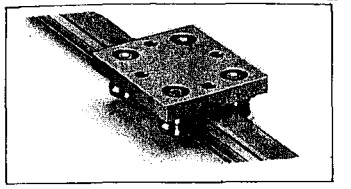
Sistema di Guida Lineare Speedi Roll

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.N.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810



Modello	Sistema		Carrello		Rotaia				Carichi ammiss.					Massa	
	H	W_1	L_1	H_3	W	W_4	H_4	L	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z	Rot.	Car.
	mm		mm		mm				N (*)		Nm			kg/m	kg
LLEHS 15	25,0	65	70	6,0	18	24,9	17	6000	700	660	10	12	6	0,9	0,2
LLEHS 25	35,5	80	90	12,1	23	29,9	21	6000	1000	1400	28	38	12	1,0	0,4
LLEHS 35	54,3	120	100	19,5	36	42,9	29	6000	2500	2500	70	70	32	2,0	0,9

Il sistema LLE, denominato "Speedi Roll" della SKF, si caratterizza in leggerezza, facilità di montaggio e capacità di carico.
Il sistema é molto stabile e resistente ai momenti ribaltanti. Consiste in una rotaia di alluminio anodizzato con guida di scorrimento ad angolo in acciaio temperato. Il carrello anch'esso di alluminio anodizzato viene fornito con le rotelle di scorrimento già mon



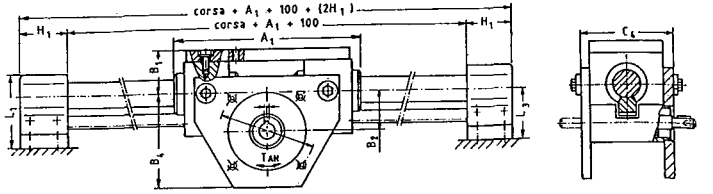
tate e lubrificate a vita. Di particolare rilievo é il perno di ogni rotella provvisto di elementi elastici che ne consentono la registrazione ottimale e il successivo bloccaggio sulla piastra di base.
Questo nuovo principio brevettato evita di dover eseguire ulteriori regolazioni, inoltre contribuisce a contenere i costi delle operazioni di montaggio.
Le caratteristiche del sistema consentono numerose applicazioni. In genere esse soddisfano le seguenti richieste: Velocità di traslazione fino a 10 m/s. Precisione di guida 0,05 mm/ 1 m. Capacità di carico (vedi tabella). Lunghezza della corsa illimitata,max 6000 mm (lunghezze maggiori disponibili mediante assemblaggio).
Temperatura d'esercizio da - 20°C a 80°C.
Questo sistema si adatta ai campi di impiego più diversi, fra cui: Tecnica di movimentazione. Robotica. Industria meccanica leggera. Elettromedicali. Macchine: per l'imballaggio, per la lavorazione del legno, tessili, ecc.
Può essere richiesto alla SKF il Catalogo 9311 I il quale contiene: I calcoli completi per la scelta del modello in base alle proprie esigenze. Lo schema per la determinazione delle sollecitazioni sul carrello in base all'utilizzo di uno o più carrelli e rotaie. Un'esempio di calcolo nel caso di utilizzo del sistema in un complesso di traslazione a tre assi.
(*) Per carichi din.,x Fz per 0,6.

Unità di guida industriali SKF

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

- Unità di guida lineare -
Costituite essenzialmente da due manicotti a ricircolazione di sfere SKF, inseriti in gruppi di guida collegati fra loro. Il carro così formato, scorre su un albero profilato (sul quale, 4 gruppi registrabili di cuscinetti, contrastano eventuali momenti torcenti).

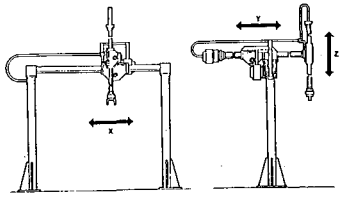
elettrici o idraulici, azionano la guida o le guide, tramite un alberino pieno (o cavo) su un lato o in entrambi i lati. Per particolari applicazioni é anche prevista la versione con carro fisso e albero cavo mobile.
Le unità di guida lineari, tra loro, possono muoversi su più assi.

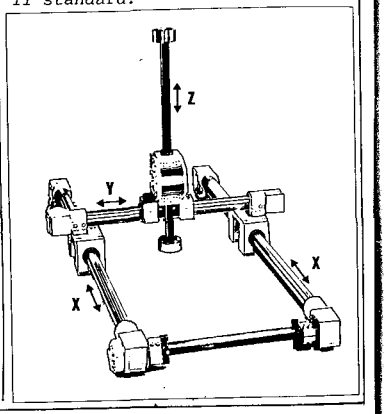


Tipo (d)	Corsa utile	A_1	B_1	B_2	B_4	C_4	H_1	L_1	L_3	Capacità carico N	Coppia nom. Nm	Max vel. cons. m/s
20	3000	135	36	28,9	66	84	40	63	45	220	1,3	2
30	3000	198	45	42,3	88	100	50	80	55	440	2,6	2
40	3000	230	60	51,1	110	120	65	100	65	760	5,4	2
50	4000	280	70	64,5	124	145	78	120	80	1180	13,4	1,8
60	4000	345	80	76,8	146	170	100	134	85	1720	25,1	1,6
80	4000	445	102	97,7	174	200	140	160	100	3280	61,6	1,5

Gli attacchi di estremità sostengono il carico e resistono ai carichi assiali e ai momenti flettenti. Queste unità sono progettate per funzionare ad alta velocità, bassa rumorosità, durata e precisione ad alto rendimento (ripetibilità di posizione ± 0,1 mm) Disponibili in due versioni: ZLA (pignone e cremagliera) consigliato per i movimenti dell'asse Z, e ZLZ (traslazione a cinghia dentata) per gli assi X e/o Y, nelle configurazioni a più assi. Motori

Le unità standardizzate ZLA e ZLZ offrono un'ampia gamma di opportunità per la costruzione di sistemi modulari con la possibilità di utilizzare azionamenti e controlli standard.



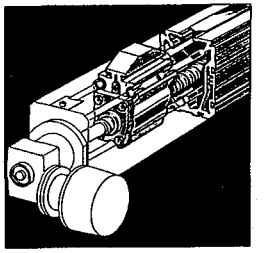


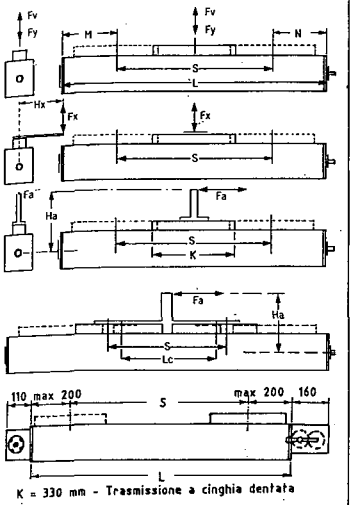
Portale a 3 assi (Y - Z 500 mm)

Attuatore autoportante "Movopart" SKF

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

Movopart é la conferma evidente di come, in un attuatore, tutte le funzioni necessarie possono essere integrate all'interno di un unico componente - un profilo di alluminio estruso.
Questa costruzione semplice e resistente alla corrosione, é autoportante e dimostra capacità di resistenza a carichi elevati.
L'operazione di montaggio é resa





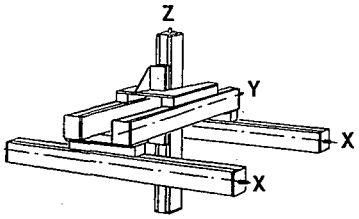
semplice per le scanalature a "T" di cui il profilo é fornito, che permettono anche il facile fissaggio di accessori mediante bulloni a "T". Movopart é disponibile in due realizzazioni: M140e M90
La slitta di Movopart può essere movimentata mediante vite a ricircolo di sfere o cinghia dentata. Quest'ultima permette elevate velocità di traslazione e corse di particolare lunghezza.
Possono essere mossi direttamente con motori: pneumatico, passo-passo, in c.a. o in c.c. Questi ultimi anche tramite riduttore. I motori sono collegabili sia con semplice dispositivo di controllo velocità e direzione o con avanzati sistemi PC per ottenere manipolazioni in automatico con velocità variabile e complicate successioni di movimenti.
Nella figura qui sotto, la direzione dei movimenti di una applicazione standard, formata da cinque attuatori Movopart, che realizza una tra le possibili configurazioni per robot di manipolazione.

Carrello:	normale (A)			lungo (B)		
	K	M	N	K	M	N
	230	130	170	330	180	220

L = 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700 1900, 2100, 2300, 2500, 2800, 3100 3400, 3700, 4000, max 5600 mm.
Passo della vite: 25 à 10 mm/giro per diverse velocità del carrello
Con supporto vite (incremento capacità di carico), L aumenta 100mm

Carichi massimi	Fy	Fv	Mx	Ma
M140KS	1500	1500	63	200
M90KS	500	500	32	80
M140KS2Lc				400
M90KS2Lc				200

Mx = Fx x Hx ; Ma = Fa x Ha

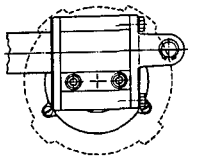


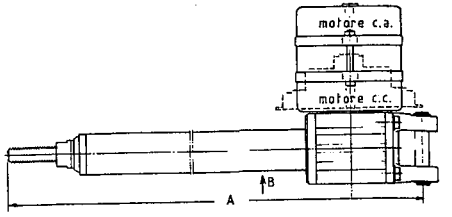
Attuatori lineari SKF

Attuatori CARR c.c. 24V - c.c. 12V - c.a. 220V - c.a. 110V

Gli attuatori CARR in c.c. sono costruiti in tre versioni, con 5, 4 e 6 corse (su richiesta, corse speciali) e 2, 3 tipi di riduttori a vite senza fine-ruota elicoidale con vite di traslazione a ricircolazione di sfere SKF che permette elevati rendimenti. Capacità fino a 6 kW.
Il CARR c.c. 24V é specialmente indicato nei meccanismi che richiedono il funzionamento o la regolazione della velocità in modo automatico.
Il CARR c.c. 12V é particolarmente indicato per applicazioni su unità mobili quali autovetture, autocarri, macchine agricole, ecc. azionato dalle proprie batterie.
Gli attuatori CARR in c.a. costruiti in due versioni di 6 e 4 corse (su richiesta corse speciali), e tre tipi di riduttore, come quelli in c.c., capacità fino a 6 kW, sono i più indicati per interni, data la loro silenziosità.

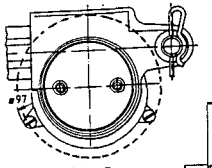
Caratteristiche principali

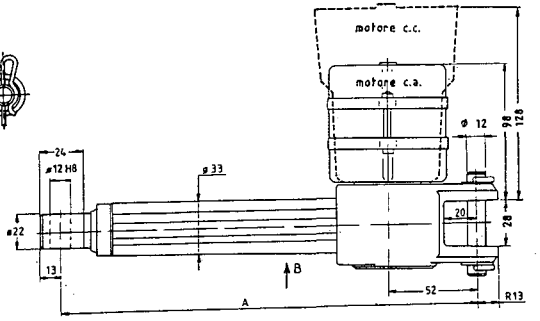




Attuatori CATR 33 c.c. 24V - c.c. 12V - c.a. 220V - c.a. 110V

Costruiti in unica versione a 4 corse (su richiesta corse speciali) e 2 tipi di riduttore a vite senza fine-ruota elicoidale e vite trapezia. Capac. fino 2,25 kW.
Il CATR 33 c.c. 24V é un'attenuatore compatto, affidabile, esente da manutenzione, semplice da istallare e da pilotare. Rappresenta un componente ad alto rapporto efficacia-costo.
Il CATR 33 c.c. 12V é particolarmente adatto per le stesse applicazioni del CARR 12V.
Gli attuatori CATR 33 in c.a. sono particolarmente adatti per istallazioni permanenti, in locali abitati dato il loro basso livello di rumorosità.
Nella pagina seguente i dati tecnici e altri tipi di attuatori.





segue

segue: Attuatori lineari SKF

Attuatori CARR c.c. 24V - c.c. 12V - c.a. 220V - c.a. 110V

Versione	Tipo di rid.	Carico max (kN) din. c.c. V 24	c.c. V 12	c.a. 220V uF 6 / c.a. 110V uF 25	c.a. 220V uF 4 / c.a. 110V uF 16	c.a. 220V uF 3 / c.a. 110V uF 12	st. c.c / c.a	Vel. lin. mm/s c.c. V 24 / 12	c.a V 220	c.a V 110
22	1	1,5	1,25	-	-	-	2,2	15-10	-	-
	2	1,0	0,8	-	-	-		30-20	-	-
32	1	3,5	2,5	5,5	2,2	1,5	5,4	15-10	6,5	8
	2	2,5	2,0	2,1	1,5	0,9		30-20	13	18
	4	1,5	1,0	1,3	0,9	0,5		60-40	26	32
				220V uF 12 / 110V uF 37,5	220V uF 8 / 110V uF 25					
40	1	6,0	5,0	6,0	4,0	-	8,7	14-10	8,5	10
	2	5,0	4,0	4,0	2,7	-		30-20	17	20
	4	3,0	2,0	2,4	1,6	-		60-40	34	40

Versione	Corsa v. S mm	A mm	Peso kg c.c	c.a.
22	50	S+ 205	1,2	-
	100		1,3	-
	150		1,4	-
	200		1,5	-
	300		1,6	-
32	50	S+ 218	2,1	3,0
	100		2,2	3,1
	200		2,4	3,3
	300		2,7	3,6
	500		3,3	4,1
	700		3,7	4,6
40	100	S+ 263	5,8	7,5
	300		6,7	8,4
	500		7,6	9,3
	700		8,4	10,1

Attuatori CATR 33 c.c. 24V - c.c. 12V - c.a. 220V - c.a. 110V

Tipo di ridut.	Car. max 1	Car. max 2	din. (kN)	Car.st. max (kN)	Vel. lineare mm/s 1	2
c.c. 24V	2,25	1,25	1,25	3,5	13-10	26-20
c.a. 220V 6 uF					5	10
c.a. 110V 25 uF					6	12
c.c. 12V	2,0	1,0			13-10	26-20
c.a. 220V 4 uF	1,4	0,8			5	10
c.a. 110V 16 uF					6	12
c.a. 220V 3 uF	0,8	0,45			5	10
c.a. 110V 12 uF					6	12

Corsa S mm	A mm	Peso kg c.c	c.a
100	250	2,0	2,6
200	350	2,2	2,8
300	450	2,4	3,0
400	650	2,7	3,3

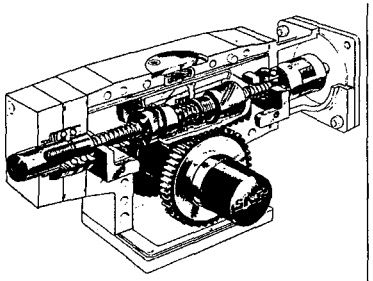
Accessori
Interruttori di fine corsa.
Attacchi frontali e periferici.
Calotte di protezione dei motori.
Frizioni di sicurezza.
Unità di controllo elettroniche.
Unità di alimentazione da c.a. 220V o 110V, a c.c. 24V.
Altri attuatori disponibili:
Servoattuatore CAPR 32 a c.c. 24V
E' dotato di un potenziometro che ne segnala le posizioni per cui, il dispositivo é indicato per impieghi in processi che richiedono il costante controllo del posizionamento.
Corse: 50,100,200,300,500,700 mm.
Tre tipi di riduttore per carichi dinamici: 3,5 - 2,5 - 1,5 kN.
Carichi statici: 5,4 kN.

Attuatore CARN 32 senza motore
E' possibile montare un motore pneumatico, un comando manuale o un motorino elettrico, collegato all'albero di comando del riduttore. Corsa, carichi e riduttori, come per il CAPR 32.
Cilindro con vite a sfere CCBR 32
Si tratta di un attuatore senza motore e riduttore, comandato direttamente dalla vite a ricircolazione di sfere, permette posizionamenti di precisione, ingombro limitato.
La vite a sfere é alloggiata in due tubi concentrici di acciaio, uno esterno di protezione cromato e uno interno di acciaio inox.
Corse: 50, 100, 200, 300, 500, 700 mm.

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.

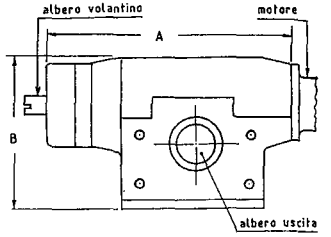
Attuatori rotanti per movimenti di precisione SKF

SKF Ind. MULTITEC Corso Francia 155 Cascine Vica RIVOLI (TO) 011-95771 Fax 011-9577386
Agenzia di Firenze **B.M.S.** Via Colle Ramole 11 Tavarnuzze (FI) 055-2374808 Fax 2374810.



L'automazione industriale richiede attuatori di precisione per movimenti di rotazione. La SKF ha introdotto un'unità già pronta per il montaggio basata sulle sue ben sperimentate viti a ricircolo di sfere. L'angolo di lavoro nella esecuzione standard é di 100° estensibile su richiesta. Dall'unità di comando integrata, gli sforzi vengono trasmessi al robusto albero di uscita attraverso una vite a ricircolo di sfere, una cremagliera ed un pignone, La precisione costantemente elevata é ottenuta grazie al fatto che le parti in moto sono registrate a tera vita dell'attuatore, vengono applicati due sistemi di precarico in modo da evitare giochi quando si inverte il carico esterno e nell'ingranamento cremagliera-pignone. L'albero di uscita, che é tuttuno con il pignone, é molto più robusto di quanto necessario e perciò torsionalmente molto rigido. L'attuatore può essere anche impiegato come parte di supporto di una struttura.

Applicazioni:
Sono largamente impiegati nell'automazione industriale, p. e. stazioni di servizio per robot di saldatura, commutatori ad alta tensione, regolazione pale di elica, antenne meteorologiche, ecc.



Attuatore rotante con vite:		ricirc.sfere SF				trapezia TR				
	Tipo	10	20	30	40	10	11	20	30	40
A (vers. standard) (1)	mm	310	250	360	470	234	234	250	360	470
B	mm	120	155	228	286	120	120	155	228	286
C (larghezza)	mm	76	90	122	134	76	76	90	122	134
Max angolo di lavoro	°	125	360	360	360	135	135	360	360	360
Tempo min di ciclo (2x90°)	s	1,5	2	3	4	1	1,5	2	3	4
Rendimento sotto carico		0,75				0,3				
Coppia max disponibile	daNm	20	40	100	170	7,5	20	40	100	170
Carico assiale max	kN	5	10	15	20	5	5	10	15	20
Peso (motore escluso)	N	70	90	250	420	50	70	90	250	420

"gioco zero" mediante molle
L'attuatore può essere azionato,a secondo delle richieste,con un motore elettrico, pneumatico o idraulico.
I criteri di progetto consentono alta affidabilità e rigidezza. Per garantire una precisione costantemente elevate durante l'in-

Gli attuatori SF sono reversibili e precaricati (il tipo 12, su richiesta) per gioco zero.Gli attuatori TR, non sono reversibili, e precaricati solo su richiesta.
(1) versione standard, per angoli di lavoro maggiori consultare SKF.
(2)coppie max e carichi assiali maggiori, consultare la SKF.

Sezione I

CUSCINETTI

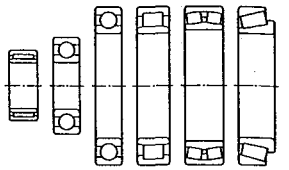
Cuscinetti volventi (dal Catalogo generale SKF S.p.A. Torino)

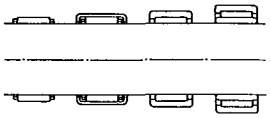
Scelta del tipo di cuscinetto

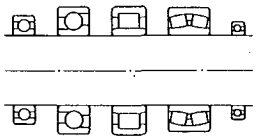
Ciascun tipo di cuscinetto ha delle caratteristiche sue proprie che lo rendono particolarmente adatto per certe applicazioni. Non é però possibile indicare regole semplici e valide in ogni caso per la scelta del tipo di cuscinetto, dato che spesso devono venir presi in considerazione più fattori da contemperare fra di loro. Le raccomandazioni che seguono hanno lo scopo di indicare, per una data applicazione, gli elementi più importanti da considerare nella fase di studio per la scelta del tipo più adatto.

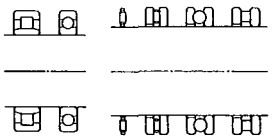
Spazio disponibile

Una delle dimensioni principali del cuscinetto, generalmente il Ø del foro, é già vincolata dal progetto. Per alberi di piccolo Ø sono di norma impiegati cuscinetti radiali rigidi a sfere, oltre i suddetti, anche cuscinetti a rulli cilindrici e radiali orientabili a rulli. Se lo spazio in direzione diametrale é scarso si possono usare cusc. di piccolo ingombro radiale, ad esempio cusc. orientabili a rulli, certe serie di cusc. rigidi a sfere, gabbie a rullini, cusc. a rullini senza o con anello interno. Se poco é lo spazio in direzione assiale si usano cusc. particolarmente stretti, come certe serie di cusc. a rulli cilindrici e di quelli radiali rigidi ad una corona di sfere (per carichi radiali e combinati) e rispettivamente gabbie o cuscinetti assiali a rullini e certe serie di cusc. assiali a sfere (per carichi assiali).



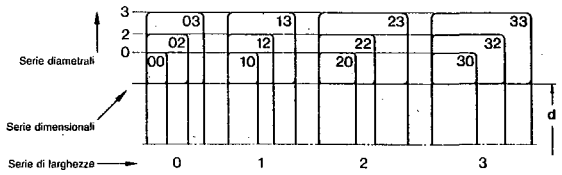






Dimensioni dei cuscinetti

Tranne pochissime eccezioni dovute alle attività di sviluppo dei cusc. volventi, i tipi SKF corrispondono ai piani dimensionali ISO come mostrato nel grafico.



segue

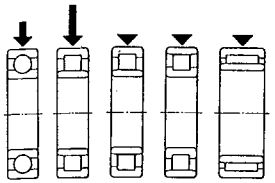
Scelta del tipo di cuscinetto

Entità del carico

L'entità del carico gioca il ruolo più importante nella scelta del cusc. In linea generale i cuscinetti a rulli, a parità di dimensioni, sopportano carichi maggiori di quelli a sfere e usati di solito negli alberi più grandi

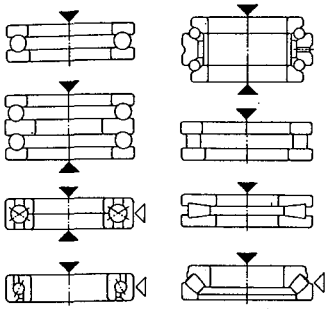
Carico radiale

Ad eccezione di quei cusc. a rulli cilindrici che hanno un anello senza orletti (tipi NU ed N) tutti gli altri cusc. possono sopportare un certo carico assiale in aggiunta a quello radiale (vedere in "Carico combinato").



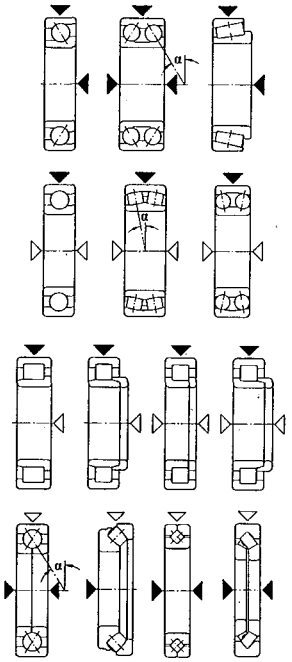
Carico assiale

I cusc. assiali a sfere possono reggere soltanto carichi assiali di entità moderata in un solo senso; quelli a doppio effetto esplicano questa funzione in ambo i sensi. I cusc. assiali orientabili a rulli, oltre ad elevatissimi carichi, possono sopportare carichi radiali di una certa entità agenti contemporaneamente.



Carico combinato

Si ha quando, sul cusc., agiscono insieme una forsa radiale e una assiale. Si può valutare l'attitudine di un cusc. a portare carichi assiali, dall'angolo di contatto α che, più é grande, più grandi carichi può reggere. Il fattore Y relativo al carico as-



siale diminuisce con l'aumentare di α e indica la capacità relativa del cusc. a subire carichi assiali. Nei cusc. radiali rigidi a sfere l'angolo di contatto é quindi la loro attitudine a reggere carichi assiali, dipendono dal gioco radiale che, maggiore é maggiore carico sopporta. Cusc. radiali rigidi a sfere, orientabili a rulli, obliqui a rulli conici, vengono impiegati soprattutto per

segue

Scelta del tipo di cuscinetto

reggere carichi combinati. Possono venire impiegati a tale scopo anche i cusc. radiali orientabili a sfere e quelli a rulli cilindrici (NJ, NUP e NJ con anello HJ). Cusc. a 4 contatti e assiali orientabili a rulli. dovrebbero essere usati solo quando i carichi assiali sono predominanti. I cusc. obliqui a 1 corona di sfere; a rulli conici; a rulli cilindr. NJ e quelli assiali orient. a rulli reggono carichi assiali in un solo senso, oppure vanno montati a coppie con anelli contrapposti. Quando la componente assiale é notevole si può impiegare un cusc. per il solo carico assiale indipendentemente da quello radiale.

Il Catalogo Generale SKF, dal quale deduciamo queste note, é composto da 976 pagine, pertanto i progettisti di macchine, che usano cuscinetti di molti tipi, possono richiedere, alla filiale SKF più vicina, detto catalogo e le altre notizie tecniche e commerciali di cui potranno avere necessità.

Filiali SKF in Italia:

Torino C.so Francia 155	011-95771
Milano V.Copernico 50	02-484261
Vicenza V.le Europa 22	0444-326525
Udine P.le Cavedalis 6	0432-503908
Bologna V. Saffi 73	051-521064
Roma V. V. Tangorra 9	06-3294348
Napoli V. A. D'Avalos 16	081-7807821

La nuova teoria SKF della durata

L'esperienza pratica e le moderne ricerche hanno mostrato che, in particolari condizioni, i cuscinetti SKF raggiungono durate molto maggiori di quanto prevedono i metodi di calcolo normalizzati, specie quando i carichi sono leggeri. Queste condizioni particolari sono applicabili quando piste e corpi volventi sono separate in maniera efficace da un velo lubrificante e quando i danneggiamenti superficiali provocati dalle impurità sono contenuti. In effetti nelle condizioni ideali, é possibile parlare di una durata infinita. La nuova teoria della durata introduce il concetto di un carico limite di fatica Pu, analogo a quello usato nel calcolo di altri componenti di macchina. Questo Pu rappresenta quel carico al disotto del quale nel cuscinetto, in condizioni ideali, l'affaticamento non si verifica. Il suo valore è specificato nelle tabelle per ogni cuscinetto. La nuova teoria rappresenta un'estensione del lavoro di Lundberg e Palmgren in quanto tiene conto del carico limite di fatica oltre che di molti altri fattori connessi con la lubrificazione e le possibilità di contaminazione da impurità. Utilizzando la nuova teoria é possibile prevedere con precisione le lunghe durate a cui si é sopra accennato. Tuttavia una previsione accurata può essere fatta solo se si conoscono con altrettanta precisione le condizioni di lavoro e si applica la teoria nella sua interezza, il che richiede l'uso del calcolatore.

Il catalogo generale SKF riporta, in una decina di pagine, un calcolo semplificato nel quale é dimostrato come la correttezza usata nel montaggio, un lubrificante appropriato e pulito possono aumentare notevolmente la durata di un cuscinetto. Da un'esempio pratico si può notare come un cuscinetto radiale a sfere tipo 6309, con velocità 5000 giri/1', carico radiale costante di 8000 N, lubrificato a olio con viscosità cinematica 20 mm^2/s in condizioni di estrema pulizia, ha una durata di base di 266 milioni di giri, una durata di base corretta L_{na} di 572 milioni di giri e una durata $L_{naa} = A_1 \; a_{SKF} \; L_{10}$, secondo la nuova teoria, di 4576 milioni di giri che tradotti in ore di funzionamento risultano: 953 per L 1907 per L_{10a}, 15250 per L_{10aa}. Se lo stesso esempio fosse stato fatto per condizioni di evidente contaminazione, si sarebbero avuti, per L_{10aa}, 87 milioni di giri oppure 287 ore di funzionamento. pertanto nel caso sia necessaria una buona conoscenza della durata consultare il catalogo generale della SKF o, in casi eccezionali, rivolgersi alla filiale più vicina della stessa SKF.

segue

Scelta del tipo di cuscinetto

Formula della durata di base

La relazione tra la durata di base, il coeff. di carico dinamico ed il carico gravante sul cusc. é espresso dalla formula

$L_{10} = \frac{C}{P}^{p}$ ovvero $\frac{C}{P} = L_{10}^{1/p}$ dove

L_{10} = durata di base in milioni di giri

C = coeff. di carico dinamico (N)

P = carico dinamico equivalente sul cusc. (N) (vedi di seg.)

p = esponente della fornula della durata = 3 per cusc. a sfere = 10/3 per cuscinetti a rulli

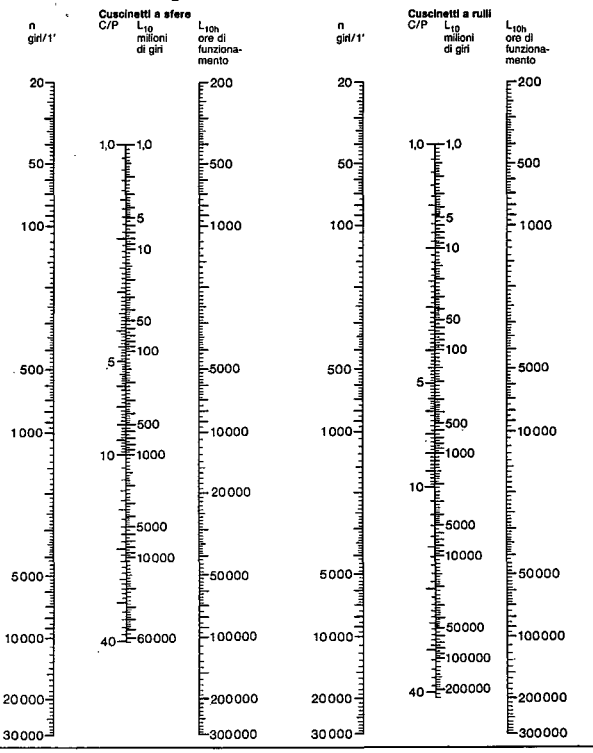
Negli abachi per il calcolo della durata sono riportati i valori del rapporto di carico C/P correlati a quelli della durata L_{10}. Se i cusc. ruotano a velocità costante, può essere più pratico calcolare la durata di base espressa in ore di funzionamento con la formula

$L_{10h} = \frac{1000000}{60n} \frac{C}{P}^{p}$ in cui

L_{10h} = durata di base in ore di funzionamento

n = veloc. di rotaz. in giri/min.

Abachi per il calcolo della durata



segue

Calcolo dei carichi dinamici sul cuscinetto

Le forze esterne prodotte, ad esempio dal peso proprio dell'albero e dalle parti che esso regge o dal peso di un veicolo o dalle altre forze d'inerzia sono note oppure possono essere calcolate. Tuttavia nella determinazione degli sforzi dovuti alla lavorazione (sforzi di laminazione, sforzi di taglio nelle macchine utensili ecc.) dei carichi d'urto e degli sforzi dinamici addizionali, causati ad esempio da squilibri, é spesso necessario affidarsi a delle stime basate sull'esperienza con macchine simili o con sistemazioni analoghe di cuscinetti.
Per quanto riguarda le trasmissioni a cinghia, occorre tener conto della forza tangenziale della cinghia che dipende dalla coppia trasmessa. Se non si conosce il coeff. (di solito pubblicati dai costruttori di cinghie) si possono utilizzare i seguenti:
cinghie dentate 1,1...1,3; cinghie a V 1,2...2,5; cinghie piatte 1,5...4,5. I valori maggiori si applicano quando la distanza fra gli alberi é piccola, con funzionamento gravoso o in presenza di urti oppure quando la tensione iniziale della cinghia é elevata.

Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Se il carico calcolato F gravante sul cusc., ricavato mediante le informazioni di cui sopra, soddisfa le esigenze espresse per il coeff. di carico C, ossia il carico risulta costante in grandezza, direzione e verso e agisce radialmente su un cusc. radiale oppure assialmente e in modo centrato su un cusc. assiale, si ha P = F e può essere introdotto direttamente nelle formule della durata. In tutti gli altri casi é dapprima necessario calcolare il carico dinamico equivalente. Tale grandezza é definita come quel carico ipotetico costante come intensità direzione e verso, che agisce radialmente su un cusc. radiale o assialmente su un cusc. assiale e che, se applicato, avrebbe sulla durata del cusc. la stessa influenza dei carichi agenti in realtà sul cuscinetto stesso.

Carico costante sul cuscinetto

I cusc. radiali sono spesso soggetti a carichi radiali ed assiali simultaneamente. Se il carico risultante é costante in grandezza e verso, il carico dinamico equivalente può essere ricavato dalla formula di carattere generale:
P = XFr + YFa in cui:
P = carico dinamico equival., (N)
Fr = carico radiale effettivo, (N)
Fa = carico assiale effettivo, (N)
X = fatt. relativo al carico radiale sul cuscinetto,
Y = fatt. relativo al carico assiale sul cuscinetto.
In un cusc. radiale ad una corona un carico assiale influenza il carico dinamico equivalente P solo se il rapporto Fa/Fr supera un certo valore limite e. Con i cuscinetti radiali a doppia corona anche piccoli carichi assiali hanno importanza.
La stessa formula generale vale anche per i cuscinetti assiali che possono sopportare carichi sia assiali che radiali, per esempio i cusc. assiali orientabili a rulli
Per quei cusc. assiali che possono essere caricati solo con carichi assiali puri, ad esempio i cuscinetti assiali a sfere e quelli assiali a rulli cilindrici e a rullini, la formula può essere semplificata, purché il carico agisca in modo centrato, ossia: P = Fa.
Tutte le informazioni ed i dati necessari per calcolare il carico dinamico equivalente si trovano quì di seguito, nonché nelle tabelle dei cuscinetti.

Cuscinet. radiali rigidi a sfere
Per i cusc. singoli e per le coppie disposte in tandem il carico

segue

Scelta del tipo di cuscinetto

equivalente é dato dalle seguenti espressioni:
P = Fr quando Fa/Fr ≤ e
P = XFr+YFa quando Fa/Fr > e

Fattori per il calcolo dei cuscinetti radiali ad una corona di sfere.

Cuscinetti singoli o appaiati in tandem

	Gioco norm.			Gioco C3			Gioco C4		
Fa/Co	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,025	0,22	0,56	1	0,31	0,46	1,75	0,42	0,44	1,42
0,04	0,24	0,56	1,8	0,33	0,46	1,62	0,42	0,44	1,36
0,07	0,27	0,56	1,6	0,36	0,46	1,46	0,44	0,44	1,27
0,13	0,31	0,56	1,4	0,41	0,46	1,3	0,48	0,44	1,16
0,25	0,37	0,56	1,2	0,46	0,46	1,14	0,53	0,44	1,06
0,5	0,44	0,56	1	0,54	0,46	1	0,56	0,44	1

Coppie disposte ad "O" od a "X"

Fa/Co	e	Y_1	Y_2
0,03	0,32	2	2,8
0,10	0,4	1,55	2,2
0,25	0,47	1,3	1,85

Carico statico equiv. sul cusc.
Cusc. singoli o coppie in tandem
Po = 0,6 Fr + 0,5Fa
Se Po < Fr assumere Po = Fr
Coppie disposte ad "O" o ad "X"
Po = Fr + 1,7Fa

Capacità di carico assiale
Se carico ass. puro, non > 0,5Co
serie leggere, non > 0,25Co

Cuscinetti orientabili a sfere
Carico dinamico equivalente
$P = Fr + Y_1Fa$ quando Fa/Fr ≤ e
$P = 0,65Fr+Y_2Fa$ quando Fa/Fr > E
Carico statico equivalente
$Po = Fr + Y_0Fa$
e, Y_1, Y_2, Y_0 in tab. dei cusc.

Cuscinetti a 4 punti di contatto
Carico dinamico equivalente
P = Fr + 0,66Fa quando Fa/Fr≤0,95
P=0,6Fr+1,07Fa quando Fa/Fr>0,95
Carico statico equivalente
Po = Fr + 0,58Fa

Cusc. a rulli cilindr. incrociati
vedi Catalogo generale SKF.

Cusc. obliqui 1 corona di sfere
Carico dinamico equivalente
esecuzione B e BE:
P = Fr quando Fa/Fr ≤ 1,14
P=0,35Fr+0,57Fa quando Fa/Fr>1,14
in coppia ad "O" o ad "X"
P=Fr+0,55Fa quando Fa/Fr≤1,14
P=0,57Fr+0,93Fa quando Fe/Fr>1,14
Carico statico equivalente
esecuzione B e BE:
Po = 0,5Fr + 0,26Fa
Se Po < Fr usare Po = Fr
in coppia ad "O" o ad "X"
Po = Fr + 0,52Fa

Cuscin. 1 coron. rulli cilindrici
Carico din. equiv. (solo car.rad.)
P = Fr
(cusc. con orletti, vincolo ass.)
P = Fr quando Fa/Fr ≤ e
P = 0,92 + YFa quando Fa/Fr > e
e = 0,2 cusc. serie 10,2,3 e 4
0,3 cusc. serie 22 e 23
Y = 0,6 cusc. serie 10,2,3 e 4
0,4 cusc. serie 22 e 23
Carico statico equivalente
Po = Fr

Cusc. rulli cil.pieno riempimento
Car. din. equiv. (solo car.rad.)
P = Fr
(cusc. con orletti, vincolo ass.)
P = Fr quando Fa/Fr ≤ e
P = 0,92Fr + YFa quando Fa/Fr > e
e = 0,15 cusc. a due corone
0,2 cusc. serie 18
0,3 tutti gli altri a 1 cor.
Y = 0,6 cusc. serie 18
0,53 cusc. a 2 corone
0,4 tutti gli altri a 1 cor.
Il rapp. Fa/Fr non > 0,5 (1 cor.)
Il rapp. Fa/Fr non > 0,25(2 cor.)
Carico statico equivalente
Po = Fr

Cuscinetti orientabili a rulli
Carico dinamico equivalente
$P = Fr + Y_1Fa$ se Fa/Fr ≤ e
$P = 0,67Fr + Y_2Fa$ se Fa/Fr > e
Carico statico equivalente
$Po = Fr + Y_0Fa$
e, Y_1, Y_2, Y_0 nella tab. dei cusc.

Cuscinetti 1 corona rulli conici
Carico dinamico equivalente
P = Fr in cui Fa/Fr ≤ e
P = 0,4Fr+YFa in cui Fa/Fr > e
Carico statico equivalente
$Po = 0,5Fr + Y_0Fa$
quando Po < Fr usare Po = Fr
e, Y, Y_0 nella tab. dei cuscinetti

Cusc. ass. a sfere e a rulli cil.
Car.din.equiv. Car.stat.equiv.
P = Fa Po = Fa

Cuscin. assiali orientab. a rulli
Carico dinamico equivalente
purché Fr ≤ 0,55Fa P = Fa+1,2Fr
Carico statico equivalente
purché Fr ≤ 0,55Fa Po = Fa+2,7Fr
Se Fr > 0,55 Fa consultare SKF.

Dati sui cuscinetti - Tolleranze -

- Simboli -

ΔdMp = Scost. del Ø del foro dal valore nominale.
ΔDMp = Scost. del Ø esterno medio dal valore nominale.
ΔBs-ΔCs-ecc. = Scostam. di una misura singola dalla largh. dell'anello interno o dell'anello esterno dal valore nominale.
ΔTs-ΔT₁s-ecc. = 1) Scost. della misura singola dalla largh. di un cusc. z rulli conici dal valore nominale. 2) Scost. della misura singola dell'altezza di un cuscinetto assiale dal valore nominale.
Vdp = Variaz. del Ø del foro; differenza tra i valori max e min delle misure singole del Ø del foro su uno stesso piano.
VdMp = Variaz. del Ø medio del foro; differenza tra i valori max e min dei Ø medi del foro di un anello o ralla.
VBs-VCs = Variaz. della largh. dell'anello; diff. tra i valori max e min delle misure singole dell'anello interno e rispettivamente dell'anello esterno.
VDp = Variaz. del Ø esterno; diff. fra i valori max e min delle misure singole del Ø esterno su uno stesso piano.
VDMp = Variaz. del Ø est. medio; diff. fra i valori max e min dei Ø est. medi di un anello o ralla.
Kia-Kea = Difetto radiale di rotaz. dell'anello int. e, rispettivam. di quello esterno misurabile sul cusc. completo.
Sd = Dif. di quadratura delle facciate rispetto al foro (dell'anello interno).
Sia-Sea = Diff. di rotaz. dalla facciata laterale rispetto alla pista dell'anello int. e, rispettivam. di quello esterno misurabile sul cuscinetto completo.
SD=Var. inclinaz. esterna; va- (segue)

Tolleranze per i cuscinetti radiali classe di precis. normale (escl. a rulli conici)

anello interno													anello esterno								
d		ΔdMp	Vdp			VdMp	ΔBs		Δb₁s		VBs	Kia	D		ΔDMp	VDp			4)	VDMp	* Kea
↗	a	s. i.	1)	2)	3)	max	s.inf.		sup.i.		max	max	oltre	a	s.inf.	1)	2)	3)		max	max
mm		μm											mm		μm						
2,5	10	0	-8	10	8	6	6	0	-120	0	-250	15	10	6	18	0	-8	10	8	6	10	6	15
10	18	0	-8	10	8	6	6	0	-120	0	-250	20	10	18	30	0	-9	12	9	7	12	7	15
18	30	0	-10	13	10	8	8	0	-120	0	-250	20	13	30	50	0	-11	14	11	8	16	8	20
30	50	0	-12	15	12	9	9	0	-120	0	-250	20	15	50	80	0	-13	16	13	10	20	10	25
50	80	0	-15	19	19	11	11	0	-150	0	-380	25	20	80	120	0	-15	19	19	11	26	11	35
80	120	0	-20	25	25	15	15	0	-200	0	-380	25	25	120	150	0	-18	23	23	14	30	14	40
120	180	0	-25	31	31	19	19	0	-250	0	-500	30	30	150	180	0	-25	31	31	19	38	19	45
180	250	0	-30	38	38	23	23	0	-300	0	-500	30	40	180	250	0	-30	38	38	23	-	23	50
250	315	0	-35	44	44	26	26	0	-350	0	-500	35	50	250	315	0	-35	44	44	26	-	26	60
315	400	0	-40	50	50	30	30	0	-400	0	-630	40	60	315	400	0	-40	50	50	30	-	30	70

Serie diametrale 1) 8-9,2) 0-1,3) 2-3-4. * ΔCs, ΔC₁s, VCs stessi valori di ΔBs, ΔB₁s, VBs. 4) Cusc. con tenute laterali solo serie diametrale 2, 3 e 4.

Tolleranze per i cuscinetti radiali classe di precis. P6 (esclusi a rulli conici)

anello interno													anello esterno								
d		ΔdMp	Vdp			VdMp	ΔBs		Δb₁s		VBs	Kia	D		ΔDMp	VDp			4)	VDMp	* Kea
↗	a	s. i.	1)	2)	3)	max	s.inf.		sup.i.		max	max	oltre	a	s.inf.	1)	2)	3)		max	max
mm		μm											mm		μm						
2,5	10	0	-7	9	7	5	5	0	-120	0	-250	15	6	6	18	0	-7	9	7	5	9	5	8
10	18	0	-7	9	7	5	5	0	-120	0	-250	20	7	18	30	0	-8	10	8	6	10	6	9
18	30	0	-8	10	8	6	6	0	-120	0	-250	20	8	30	50	0	-9	11	9	7	13	7	10
30	50	0	-10	13	10	8	8	0	-120	0	-250	20	10	50	80	0	-11	14	11	8	16	8	13
50	80	0	-12	15	15	9	9	0	-150	0	-380	25	10	80	120	0	-13	16	16	10	20	10	18
80	120	0	-15	19	10	11	11	0	-200	0	-380	25	13	120	150	0	-15	19	19	11	25	11	20
120	180	0	-18	23	23	14	14	0	-250	0	-500	30	18	150	180	0	-18	23	23	14	30	14	23
180	250	0	-22	28	28	17	17	0	-300	0	-500	30	20	180	250	0	-20	25	25	15	-	15	25
250	315	0	-25	31	31	19	19	0	-350	0	-500	35	25	250	315	0	-25	31	31	19	-	19	30
315	400	0	-30	38	38	23	23	0	-400	0	-630	40	30	315	400	0	-28	35	35	21	-	21	35

Serie diametrale 1) 8-9,2) 0-1,3) 2-3-4. * ΔCs, ΔC₁s, VCs stessi valori di ΔBs, ΔB₁s, VBS. 4) Cusc. con tenute laterali solo serie diametrale 0, 1, 2, 3 e 4.

segue

Dati sui cuscinetti - Tolleranze -

segue: Simboli -

(seg. pag. prec.) riaz. di inclinaz. della superf. cilindr. esterna rispetto alla facciata laterale dell'anello esterno.
Si-Se = Variaz. di spess. misurata dalla mezzeria della pista alla facciata d'appoggio o della ralla per albero e, rispettivam. della ralla per alloggiamento (difetto assiale di rotazione).
T₁s = Misura singola dell'altezza (H₁) cuscinetto assiale semplice effetto con piastra orientabile.
T₂s = c. s. (H) cusc. ass. doppio effetto
T₃s = c. S. (H₄) c. s.con piastra orient.
T₄s = c. s. (H) cusc. ass. orient. a rul.

Tolleranze per i cuscinetti radiali classe di precis. P5 (esclusi a rulli conici)

anello interno													anello esterno								
d		ΔdMp	Vdp			VdMp	ΔBs		ΔB₁s		VBs	Kia	D		ΔDMp	VDp				VDMp	*	VCs	KCa	SD	Sea
↗	a	inf°	1)	2)		max	inf.°		inf.°		max		↗	a	inf°	1)	2)			max		max			5)
mm		μm											mm		μm										
2,5	10	-5	5	4		3	-40		-250	5	4	7	7	6	18	-5	5	4		3		5	5	8	9
10	18	-5	5	4		3	-80		-250	5	4	7	7	18	30	-6	6	5		3		5	6	8	8
18	30	-6	6	5		3	-120		-250	5	4	8	8	30	50	-7	7	5		4		5	7	8	8
30	50	-8	8	6		4	-120		-250	5	5	8	8	50	80	-9	9	7		5		6	8	8	10
50	80	-9	9	7		5	-150		-250	6	5	8	8	80	120	-10	10	8		5		8	10	9	11
80	120	-10	10	8		5	-200		-380	7	6	9	9	120	150	-11	11	8		6		8	11	10	13
120	180	-13	13	10		7	-250		-380	8	8	10	10	150	180	-13	13	10		7		8	13	10	14
180	250	-15	15	12		8	-300		-500	10	10	11	13	180	250	-15	15	11		8		10	15	11	15
250	315	-18	18	14		9	-350		-500	13	13	13	15	250	315	-18	18	14		9		11	18	13	18
315	400	-23	23	18		12	-400		-630	15	15	15	20	315	400	-20	20	15		10		13	20	13	20

Serie diametrale 1) 8-9, 2) 0-1-2-3-4. ° Scost. super. = 0. * ΔCs, ΔC s, stessi valori di ΔBs e ΔB s. 5) Applicab. solo ai cusc. rad. a sfere ed obliqui a sfere.

Tolleranze per i cuscinetti a rulli conici classe di precisione normale

anello unterno e larghezza del cuscinetto														anello esterno						
d		ΔdMp	Vdp	VdMp	ΔBs	Kia	ΔTs		ΔT₁s		ΔT₂s			D		ΔDMp	VDp	VDMp	*	Kea
↗	a	inf°	max		inf°	max	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.		↗	a	inf°	max			max
mm		μm												mm		μm				
10	18	-12	12	9	-120	15	+200	0	+100	0	+100	0		18	30	-12	12	9		18
18	30	-12	12	9	-120	18	+200	0	+100	0	+100	0		30	50	-14	14	11		20
30	50	-12	12	9	-120	20	+200	0	+100	0	+100	0		50	80	-16	16	12		25
50	80	-15	15	11	-150	25	+200	0	+100	0	+100	0		80	120	-18	18	14		35
80	120	-20	20	15	-200	30	+200	-200	+100	-100	+100	-100		120	150	-20	20	15		40
120	180	-25	25	19	-250	35	+350	-250	+150	-150	+200	-100		150	180	-25	25	19		45
180	250	-30	30	23	-300	50	+350	-250	+150	-150	+200	-100		180	250	-30	30	23		50
250	315	-35	35	26	-350	60	+350	-250	+150	-150	+200	-100		250	315	-35	35	26		60
315	400	-40	40	30	-400	70	+400	-400	+200	-200	+200	-200		315	400	-40	40	30		70

* ΔCs stessi valori di ΔBs

Tolleranze per i cuscinetti a rulli conici classe di precisione CLN

anello interno larghezza cusc. e larghezza anelli											anello esterno					
d		ΔdMp	Vdp	VdMp	ΔBs	ΔCs	Kia	ΔTs	ΔT₁s	ΔT₂s	D		ΔDMp	VDp	VDMp	Kea
↗	a	inf°	max		inf°	inf°	max	sup°	sup°	sup°	↗	a	inf°	max		
mm		μm									mm		μm			
10	18	-12	12	9	-50	-100	15	+100	+50	+50	18	30	-12	12	9	18
18	30	-12	12	9	-50	-100	18	+100	+50	+50	30	50	-14	14	11	20
30	50	-12	12	9	-50	-100	20	+100	+50	+50	50	80	-16	16	12	25
50	80	-15	15	11	-50	-100	25	+100	+50	+50	80	120	-18	18	14	35

° Scostamento superiore = 0. • Scostamento inferiore = 0

segue

Dati sui cuscinetti - Tolleranze e Accoppiamenti

Tolleranze per i cuscinetti a rulli conici classe di precisione P5

anello interno e larghezza del cuscinetto													anello esterno					
d		Δdmp		Vdp	Vdmp	ΔBs		Kia	Sd	ΔTs			ΔDmp		VDp	VDmp	ΔCs	Kea	Sp
>	a	sup.	inf.	max		sup.	inf.	max		sup.	inf.		sup.	inf.	max		*	max	
mm		μm											μm						
10	18	0	-7	5	5	0	-200	5	7	+200	-200						Va-		
18	30	0	-8	6	5	0	-200	5	8	+200	-200		0	-8	6	5	lo-	6	8
30	50	0	-10	8	5	0	-240	6	8	+200	-200		0	-9	7	5	ri	7	8
50	80	0	-12	9	6	0	-300	7	8	+200	-200		0	-11	8	6	= a	8	8
80	120	0	-15	11	8	0	-400	8	9	+200	-200		0	-13	10	7	ΔBs	10	9

Tolleranze per i cuscinetti assiali (in μm)

ralla per albero							ralla allog. altezza del cuscinetto													
		N.P6	P5	N.	P6	P5														
d		Δdmp	Vdp	Si	Si	Si	ΔDmp	VDp	Se	ΔTs		ΔT1s		ΔT2s		ΔT3s		ΔT4s	
> mm	a	inf°	max	1)	1)	1)	inf°	max	*	sup	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup	inf.
-	18	-8	6	10	5	3	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	30	-10	8	10	5	3	-13	10	Va-	+20	-250	+100	-250	+150	-400	+300	-400	+20	-300
30	50	-12	9	10	6	3	-16	12	lo-	+20	-250	+100	-250	+150	-400	+300	-400	+20	-300
50	80	-15	11	10	7	4	-19	14	ri	+20	-300	+100	-300	+150	-500	+300	-500	+20	-400
80	120	-20	15	15	8	4	-22	17	= a	+25	-300	+150	-300	+200	-500	+400	-500	+25	-400
120	180	-25	19	15	9	5	-25	19	Si	+25	-400	+150	-400	+200	-600	+400	-600	+25	-500
180	250	-30	23	20	10	5	-30	23		+30	-400	+150	-400	+250	-600	+500	-600	+30	-500

° Scostam. superiore = 0. 1) Non applicabile ai cusc. orientabili a rulli

Accoppiamenti per alberi pieni d'acciaio

Cuscinetti radiali con foro cilindrico

Condiz. di funzion.	Esempi	Diametro dell'albero mm: Cuscinetti a sfere	Cusc. a rulli cil.con.	Cusc. orientab.a rulli	Tolleranza
Carico rotante o direzione indeterminata rispetto all'anello interno					
Carichi leggeri variabili (P≤0,06C)	Trasportat. cusc.	(18) a 100	≤ 40	-	j6
	poco caric. ridutt.	(100)a 140	(40) a 100	-	j6
Carichi norm. ed elevati (P>0,06 C)	Macchinario in	≤ 18	-	-	j5
	generale, motori	(18) a 100	≤ 40	≤ 40	k5(k6) 3)
	elettrici, turbine	(100)a 140	(40) a 100	(40) a 65	m5(m6) 3)
	pompe, motori a	(140)a 200	(100)a 140	(65) a 100	m6
	combustione interna	(200)a 280	(140)a 200	(100)a 140	n6
	riduttori ad	-	(200)a 400	(140)a 280	p6
	ingranaggi, macch.	-	-	(280)a 500	r6 4)
	da legno	-	-	- 500	r7 4)
Carichi molto elev. in presenza di urti in diffic. condiz. di lavoro (P>0,12C)	Boccole per veicoli	-	(50) a 140	(50) a 140	n6 4)
	ferroviari pesanti,	-	(140)a 200	(100)a 140	p6 4)
	motori di trazione	-	- 200	- 140	r6 4)
	laminatoi				
Elev. esigenze di precis. di marcia con carichi legg. (P ≤ 0,06 C)	Macchine utensili	≤ 18	-	-	h5
		(18) a 100	≤ 40	-	j5
		(100)a 200	(40) a 140	-	k5
		-	(140)a 200	-	m5
Carico fisso rispetto all'anello interno					
Facile spos.ass.(5	Ruote folli				g6
Non nec. sp. ass.(5	Galoppini, carruc.				h6
Carichi puramente assiali	Applicazioni di	≤ 250	≤ 250	≤ 250	j6
	tutti i tipi	> 250	> 250	> 250	js6

3) Generalmente usate per cusc. a rulli e obliqui 1 corona e per altri tipi.
4) Può essere necessario cusc. con gioco maggiorato. (5 dell'anello int. sull'albero.

segue

Dati sui cuscinetti - Accoppiamenti

Accoppiamenti per alberi pieni d'acciaio

Cuscinetti assiali

Condizioni di funzionamento	Ø dell'albero mm	Tolleranze
Carichi puramente assiali		
Cuscinetti assiali a sfere		h6
Cuscinetti assiali a rulli cilindrici		h6(h8)
Gabbie assiali a rulli cilindrici		h8
Carichi radio-assiali su cuscinetti orientabili a rulli		
Carico fisso rispetto alla ralla	≤ 250	j6
per albero	> 250	js6
Carico rotante rispetto alla ralla	≤ 200	k6
per albero o carico di	(200)a 400	m6
direzione indeterminata	> 400	n6

Accoppiamenti per alloggiamenti di ghisa o di acciaio
Cuscinetti radiali (alloggiamenti in un solo pezzo)

condizioni di funzionamento	Esempi	toll.	spost. ass. anello est.
Carico rotante rispetto all'anello esterno			
Carichi elev. su cusc. in allog-	Mozzi di ruote con cusc. a rulli	P7	impossibile
giam. pareti sottili, forti ur-	teste di biella		
ti (P > 0,12 C)			
Carichi normali ed elevati	Mozzi di ruote con cusc. a sfere	N7	impossibile
(P > 0,06 C°	teste biella, ruote carrelli gru.		
Car. legg. o variab.(P=0,08C)	Rulli trasp. carrucole, galoppini	M7	impossibile
Carico di direzione indeterminata			
Elevati carichi d'urto	Motori di trazione	M7	impossibile
Carichi norm. ed elev. (P>0,06C)	Mot. elettr. pompe, cusc. di ban-	K7	Generalm.
no esig. mob. ass. anello esterno	co degli alberi a gomito		impossibile
Rotazione precisa e silenziosa	Piccoli motori elettrici	J6(1	possibile
1) Quando richiesto spostamento facile usare H6 in luogo di J6.			
Cuscinetti radiali (alloggiamenti divisi oppure in un solo pezzo)			
Carico di direzione indeterminata			
Car. legg. e norm. (P=0,12C)mobi-	Macch. elettr. dimens. medie, pom	J7	Generalm.
lità assiale anello esterno	pe, cusc. banco alberi a gomito.		possibile
Carico fisso rispetto all'anello esterno			
Carichi di qualsiasi tipo	Macch. in genere, boccole ferrov.	H7	possibile
Car. legg. e norm. (P≤0,12 C) fa-	Macchinario in genere	H8	possibile
cili condizioni di funzionamento			
Adduzione di calore attraverso	Cilindri essiccat., grosse macch.	G7	possibile
l'albero	elettr. con cusc. rad. orien.rul.		

Cuscinetti assiali (carichi puramente assiali)

Condizioni di funzionamento	Tolleranza	Note
Cuscinetti assiali a sfere	H8	Per applic. meno prec. ci può essere una luce radiale fini a 0,001 D.
Cusc. ass. a rulli cilindrici	H7(H9)	
Gabbie ass. a rulli cilindrici	H10	
Cusc. ass. orient. a rulli in pre-	-	Ralla per allogg. mont. con luce radiale
senza di altro cusc. guida rad.		fino a 0,001 D.
Carichi radio-assiali su cuscinetti assiali orientabili a rulli		
Car. fissi risp.alla ralla allog.	H7	
Car. rotan.risp.alla ralla allog.	M7	

Dati sui cuscinetti - Gioco interno

-Gioco interno radiale (μm)-

Cusc. rad. a sfere

d (mm)		C2		Norm.		C3		C4		C5	
>	a	mn	mx	mn	max	mn	max	mn	max	mn	max
2,5	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140

Cusc. radiali serie 60-62-63 appaiati

d (mm)		Gio. ass.	int.CA	Precarico GA (N)		
>	a	min	max	60	62	63
-	10	15	35	30	30	-
10	18	20	40	50	50	100
18	30	25	45	100	100	100
30	50	35	55	100	100	200
50	80	40	70	200	200	350
80	120	50	80	300	400	600

Cusc. orient. a sfere

con foro cilindrico (gioco in μm)

d (mm)		C2		Normale		C3		C4	
>	a	min	max	min	max	min	max	min	max
2,5	6	1	8	5	15	10	20	15	25
6	10	2	9	6	17	12	25	19	23
10	14	2	10	6	19	13	26	21	35
14	18	3	12	8	21	15	28	23	37
18	24	4	14	10	23	17	30	25	39
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96

con foro conico

18	24	7	17	13	26	20	33	28	42
24	30	9	20	15	28	23	39	33	50
30	40	12	24	19	35	29	46	40	59
40	50	14	27	22	39	33	52	45	65
50	65	18	32	27	47	41	61	56	80
65	80	23	39	35	57	50	75	69	98
80	100	29	47	42	68	62	90	84	116

-Gioco assiale interno-

Cuscinetti obliqui a sfere

Coppia di cuscinetti 1 corona di sfere, serie 72B(E) e 73B(E) montaggio universale con disposizione ad "O" o ad "X"

Gioco assiale interno							Precarico								
d		CA		CB		CC	GA			GB			GC		
>	a	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	max	mn	mx	max
mm		μm					μm					N	μm		N
-	10	4	12	14	22	22	30								
10	18	5	13	15	23	24	32	+4	-4	80	-2	-10	330	-8	-16	660
18	30	7	15	18	26	32	40	+4	-4	120	-2	-10	480	-8	-16	970
30	50	9	17	22	30	40	48	+4	-4	160	-2	-10	630	-8	-16	1280
50	80	11	23	26	38	48	60	+6	-6	380	-3	-15	1500	-12	-24	3050
80	120	14	26	32	44	55	67	+6	-6	410	-3	-15	1600	-12	-24	3250
120	180	17	29	35	47	62	74	+6	-6	540	-3	-15	2150	-12	-24	4300
180	250	21	37	45	61	74	90	+8	-8	940	-4	-20	3700	-16	-32	7500

Gioco assiale interno dei cuscinetti obliqui 2 corone di sfere

d		C		Norm.		C	
>	a	mn	mx	mn	mx	mn	mx
mm		μm					
-	10	1	11	5	21	12	28
10	18	1	12	6	23	13	31
18	24	2	14	7	25	16	34
24	30	2	15	8	27	18	37
30	40	2	16	9	29	21	40
40	50	2	18	11	33	23	44
50	65	3	22	13	36	26	48
65	80	3	24	15	40	30	54

-Gioco interno radiale-

Cuscinetti a rulli cilindrici

d		C2		Normale		C3		C4	
>	a	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		μm							
-	24	0	25	20	45	35	60	50	75
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220

Cuscinetti a rulli cilindrici incrociati

d		C1		C2		Normale		C3	
>	a	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		μm							
24	30	5	15	0	25	20	45	35	60
30	40	5	15	5	30	25	50	45	70
40	50	5	18	5	35	30	60	50	80
50	65	5	20	10	40	40	70	60	90
65	80	10	25	10	45	40	75	65	100
80	100	10	30	15	50	50	85	75	110
100	120	10	30	15	55	50	90	85	125
120	140	10	35	15	60	60	105	100	145
140	160	10	35	20	70	70	120	115	165
160	180	10	40	25	75	75	125	120	170
180	200	15	45	35	90	90	145	140	195

segue

Dati sui cuscinetti - Gioco interno - Lubrificazione

Gioco interno radiale dei cuscinetti orientabili a rulli

con foro cilindrico

d		C2		Norm.		C3		C4		C5	
>	a	mn	mx	mn	mx	mn	max	mn	max	mn	max
mm		μm									
18	24	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
24	30	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95
30	40	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
40	50	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125
50	65	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
65	80	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180

con foro conico

d		C2		Norm.		C3		C4		C5	
>	a	mn	mx	mn	mx	mn	max	mn	max	mn	max
mm		μm									
24	30	20	30	30	40	40	55	55	75	-	-
30	40	25	35	35	50	50	65	65	65	85	105
40	50	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
50	65	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
65	80	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200

Gioco assiale interno dei cuscinetti a sfere a 4 contatti

d		C2		Normale		C3		C4	
>	a	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		μm							
10	18	15	55	45	85	75	125	115	165
18	40	26	66	56	106	96	146	136	186
40	60	36	86	76	126	116	166	146	206

d		C2		Normale		C3		C4	
>	a	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		μm							
60	80	46	96	86	136	126	176	166	226
80	100	56	106	96	156	136	196	186	246
100	140	66	126	116	176	156	216	206	266

Gioco radiale 0,7 volte il gioco assiale.

- Lubrificazione -

La scelta di un lubrificante adatto e del metodo di lubrificazione specifico per ogni applicazione é importante come una manutenzione ben fatta.

Lubrificazione con grasso -

I cusc. dotati di guarnizioni (striscianti o meno) sono già muniti di grasso. I grassi utilizzati hanno un campo di temp. di lavoro e altre caratterist. adeguate alla loro utilizzazione. Il grasso può essere impiegato nella maggioranza delle applicazioni che operano in condizioni di lavoro normali. Il grasso deve riempire il cusc. mentre lo spazio libero del supporto va riempito dal 30 al 50%. Nella scelta di un grasso si deve considerare la viscosità (da 15 a 500 mm²/s a 40°C) Se é richiesta una viscosità molto alta, a causa della bassa velocità di rotazione é preferibile lubrificare con olio. La consistenza (1, 2 e 3 sono quelli normalmente usati per i cusc. volventi; il 3 é consigliato per sistemazioni ad albero verticale.

L'assortimento di grassi lubrificanti SKF copre praticamente tutti i campi applicativi.

Grassi lubrificanti SKF

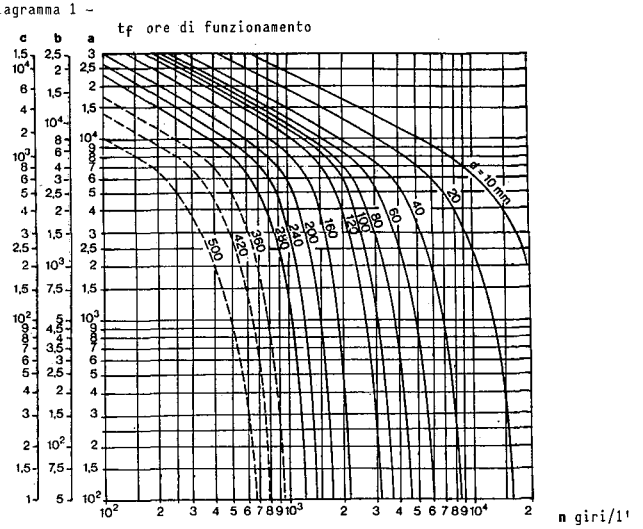
	Appellativo SKF					
Proprietà	LGMT2	LGMT3	LGEP2	LGEM2	LGLT2	LGHT3
Addensante	sapone di litio	sapone di litio	sapone di litio	sapone di litio	sapone di litio	sap.complesso di litio
Olio base	minerale	minerale	minerale	minerale	diestere	minerale
Temperat. °C (funz.cont.)	- 30 a + 120	- 30 a + 120	- 30 a + 110	- 20 a + 120	- 55 a + 110	- 30 a + 150
Viscosità cinematica dell'olio base, mm²/s						
	91	120	195	510	16	110
Consistenza (NLG)	2	3	2	2	2	3

Gli intervalli di rilubrificazione t_f per una certa tipologia di cusc, e per condizioni di lavoro normali, si possono ricavare dal diagramma 1 in funz. della viscosità, veloc. di rotaz. e Ø del foro. Il diagr. é valido per alberi orizzont. in macch. di tipo stazionario, carichi norm., grassi al litio, temp. ≤ di 70°C.

segue

Dati sui cuscinetti - Lubrificazione

Diagramma 1 -

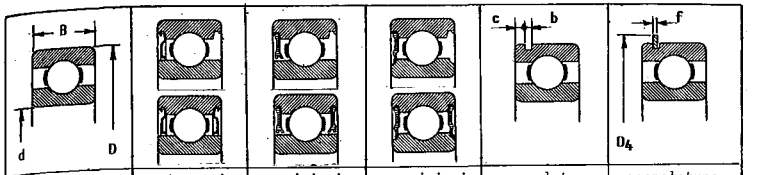


Scala a: Cusc. radiali a sfere. Scala b: Cusc. a rulli cilindrici, cusc. a rullini
Scala c: Cusc. orientabili a rulli, a rulli conici, assiali a sfere,
pieno riempimento di rulli cilindrici (0,2 tf); a rulli cilindrici incrociati con gabbia (0,3 tf); assiali a rulli cilindrici, assiali orientabili a rulli (0,5 tf).
Linee tratteggiate si consiglia lubrif. continua. Per alberi verticali ridurre gli intervalli del 50%. Non é opportuno prevedere intervalli superiori alla 30000 ore.

Lubrificazione ad olio

Si adotta per i cusc. volventi solo quando le alte veloc. e temp. di lavoro elevate impediscono l'uso del grasso, quando si deve portar via il calore generato dall'attrito o apportato dell'esterno oppure quando le parti adiacenti sono già lubrificate con olio. Il metodo più semplice di lubrificazione é quella a bagno d'olio. L'olio pescato dalle parti rotanti, si distribuisce all'interno del cusc., poi ritorna nel bagno. Il livello dell'olio a cusc. fermo, deve essere al centro sfera o rullo che é nel punto più basso. La quantità d'olio deve essere sufficiente ma non eccessiva. Un metodo assai efficace per ottenere ciò, é quello a getto d'olio che ad alta pressione viene diretto verso un lato del cusc. Con l'aria compressa, quantità molto piccole e accuratamente dosate di olio sono dirette sul cusc. facilitando veloc. maggiori e temp. inferiori. L'olio passa attraverso il cusc. una sola volta e non ricircola. Gli oli puramente minerali, senza additivi, sono di solito preferiti nella lubrificaz. La frequenza di sostituzione dell'olio dipende soprattutto dalla sua quantità e dalle condizioni di lavoro. Per lubrif.a bagno può essere suffic. 1 volta l'anno con temp. non > di 50°C e scarso rischio di contaminazioni. Con temper. attorno ai 100°C, l'olio va sostituito almeno ogni tre mesi. Come tutti gli altri componenti di una macchina, i cusc. a sfre e a rulli devono essere puliti spesso e sottoposti a controllo. Gli intervalli fra tali controlli dipendono interamente dalle condizioni di lavoro.

Cuscinetti radiali rigidi, una corona di sfere SKF



normali	schermati	guarnizioni a basso attrito	guarnizioni striscianti	scanalatura per anello	scanalatura con anello
Esempio designaz. cusc. con d=10, G=30, B=9 (nelle varie esecuz.): Cuscinetto SKF					
....6200	....6200-Z ...6200-2Z	....6200-RZ ...6200-2RZ	...6200-RS1 ..6200-2RS1	....6200-N	...6200-NR

Dimensioni d	D	B	Coeff. carico din. C	stat. Co	lim. Fat. Pu	Vel.di base normali gr.	ol.	RS1 2RS1	Desig. SKF cusc. norm.	sch. Z	2Z	Esecuzioni speciali disponibili guarn. b.attr. RZ	2RZ	guarn. strisc. RS1	2 RS1	dimens. scanal.(N) e scan. con anello(NR) c	b	f	D4
mm			hN		N	giri/min x 1000										mm			
2,5	8	2,8	3,19	1,06	4	67	80		60/2,5										
3	10	4	4,88	1,46	6	60	70		623	x	x								
4	9	2,5	5,40	1,80	7	63	75		618/4										
	12	4	8,06	2,80	12	53	63		604										
	13	5	9,75	3,05	14	48	56		624	x	x								
	16	5	11,1	3,80	16	43	50		634	x	x								
5	11	3	6,37	2,55	11	53	63		618/5										
	16	5	11,1	3,80	16	43	50		625	x	x								
	19	5	17,2	6,20	26	36	43		635	x	x								
6	13	3,5	8,84	3,45	15	48	56		618/6										
	19	6	17,2	6,20	26	36	43		626	x	x	x	x	x	x				
7	14	3,5	9,56	4,00	17	45	53		618/7										
	19	6	17,2	6,20	26	38	45	22	607	x	x			x	x				
	22	7	32,5	13,7	57	32	38	20	627	x	x	x	x	x	x				
8	16	4	13,3	5,70	24	40	48		618/8										
	22	7	32,5	13,7	57	36	43	20	608	x	x	x	x	x	x				
9	17	4	14,3	6,40	27	38	45		618/9										
	24	7	37,1	16,6	71	32	38	19	609	x	x	x	x	x	x				
	26	8	46,2	19,6	83	28	34	18	629	x	x	x	x	x	x				
10	19	5	13,8	5,85	25	36	43	20	61800			x	x	x	x				
	22	6	19,5	7,50	32	34	40	19	61900			x	x	x	x				
	26	8	46,2	19,6	83	30	36	19	6000	x	x	x	x	x	x				
	28	8	46,2	19,6	83	28	34		16100										
	30	9	50,7	23,6	100	24	38	17	6200	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	34,7
	35	11	80,6	34,0	143	20	26	15	6300	x	x			x	x				
12	21	5	14,3	6,70	28	32	38	19	61801			x	x	x	x				
	24	6	22,5	9,80	43	30	36	18	61901			x	x	x	x				
	28	8	50,7	23,6	100	26	32	17	6001	x	x	x	x	x	x				
	30	8	50,7	23,6	100	26	32		16101										
	32	10	68,9	31,0	132	22	28	15	6201	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	36,7
	37	12	97,5	41,5	176	19	24	14	6301	x	x			x	x				
15	24	5	15,6	8,00	34	28	34	17	61802			x	x	x	x				
	28	7	40,3	20,4	85	24	30	16	61902			x	x	x	x				
	32	8	55,9	28,5	120	22	28		16002										
	32	9	55,9	28,5	120	22	28	14	6002	x	x	x	x	x	x				
	35	11	78,0	37,5	160	19	24	13	6202	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	39,7
	42	13	114	54,0	228	17	20	12	6302	x	x			x	x				

segue

Cuscinetti radiali rigidi, una corona di sfere SKF

Dimensioni d	D	B	Coeff. carico din. C	stat. Co	lim. fat. Pu	Vel. di base normali gr.	ol.	RS1 2RS1	Desig. SKF cusc. norm.	Esecuzioni speciali disponibili sch. Z	2Z	guarn. b.attr. RZ	2RZ	guarn. strisc. RS1	2 RS1	dimens. scanal.(N) e scan. con anello(NR) c	b	f	D4
mm			hN		N	giri/min x 1000										mm			
17	26	5	16,8	9,30	39	24	30	16	61803			x	x	x	x				
	30	7	43,6	23,2	98	22	28	14	61903			x	x	x	x				
	35	8	60,5	32,5	137	19	24		16003	x	x	x							
	35	10	60,5	32,5	137	19	24	13	6003	x	x	x	x	x	x				
	40	12	95,6	47,5	200	17	20	12	6203	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	44,6
	47	14	135	65,5	275	16	19	11	6303	x	x			x	x	2,46	1,35	1,12	52,7
	62	17	229	108	455	12	15		6403										
20	32	7	27,0	15,0	63	19	24	13	61804			x	x	x	x				
	37	9	63,7	36,5	156	18	22	12	61904			x	x	x	x				
	42	8	68,9	40,5	173	17	20		16004										
	42	12	93,6	50,0	212	17	20	11	6004	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	46,3
	47	14	127	65,5	280	15	18	10	6204	x	x	x	x	x	x	2,46	1,35	1,12	52,7
	52	15	159	78,0	335	13	19	9,5	6304	x	x			x	x	2,46	1,35	1,12	57,9
	72	19	307	150	640	10	13		6404										
25	37	7	43,6	26,0	125	17	20	11	61805			x	x	x	x				
	42	9	66,3	40,0	176	16	19	10	61905			x	x	x	x				
	47	8	76,1	46,5	212	14	17		16005										
	47	12	112	65,5	275	15	18	9,5	6005	x	x	x	x	x	x	2,06	1,35	1,12	52,7
	52	15	140	78,0	335	12	15	8,5	6205	x	x	x	x	x	x	2,46	1,35	1,12	57,9
	62	17	225	116	490	11	14	7,5	6305	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	67,7
	80	21	358	193	815	9	11		6405										
30	42	7	44,9	29,0	146	15	18	9	61806			x	x	x	x				
	47	9	72,8	45,5	212	14	17	8,5	61906			x	x	x	x				
	55	9	112	73,5	310	12	15		16006										
	55	13	133	83,0	355	12	15	8	6006	x	x	x	x	x	x	2,06	1,9	1,7	60,7
	62	18	195	112	475	10	13	7,5	6206	x	x	x	x	x	x	3,28	1,9	1,7	67,7
	72	19	281	160	670	9	11	6,3	6306	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	78,6
	90	23	436	236	1000	8,5	10		6406										
35	47	7	47,5	32,0	166	13	16	6	61807			x	x	x	x				
	55	10	95,6	62,0	290	11	14	7,5	61907			x	x	x	x				
	62	9	124	81,5	375	10	13		16007										
	62	14	159	102	440	10	13	7	6007	x	x			x	x	2,06	1,9	1,7	67,7
	72	17	255	153	655	9	11	6,3	6207	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	78,6
	80	21	332	190	815	8,5	10	6	6307	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	86,6
	100	25	553	310	1290	7	8,5		6407							3,28	2,7	2,46	106,5
40	52	7	49,4	34,5	186	11	14	7,5	61808			x	x	x	x				
	62	12	138	93,0	425	10	13	6,7	61908			x	x	x	x				
	68	9	133	91,5	440	9,5	12		16008										
	68	15	168	116	490	9,5	12	6,3	6008	x	x			x	x	2,49	1,9	1,7	74,6
	80	18	307	190	800	8,5	10	5,6	6208	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	86,5
	90	23	410	240	1020	7,5	9	5	6308	x	x			x	x	3,28	2,7	2,46	96,5
	110	27	637	355	1530	6,7	8		6408							3,28	2,7	2,46	116,6
45	58	7	60,5	43,0	228	9,5	12	6,7	61809			x	x	x	x				
	68	12	140	98,0	465	9	11	6	61909			x	x	x	x				
	75	10	156	108	520	9	11		16009							2,49	1,9	1,7	81,6
	75	16	208	146	640	9	11	5,6	6009	x	x			x	x				
	85	19	332	216	915	7,5	9	5	6209	x	x			x	x	3,28	1,9	1,7	91,6
	100	25	527	315	1340	6,7	8	4,5	6309	x	x			x	x	3,28	2,7	2,45	106,5
	120	29	761	450	1900	6	7		6409							4,06	3,1	2,82	129,7
50	65	7	62,4	47,5	250	9	11	6	61810			x	x	x	x				

segue

Cuscinetti radiali rigidi, una corona di sfere SKF

Dimensioni d	D	B	Coeff. carico din. C	stat. Co	lim. fat. Pu	Vel. di base normali gr.	ol.	RS1 2RS1	Desig. SKF cusc. norm.	Esecuzioni speciali disponibili sch. Z	2Z	guarn. b;attr. RZ	2RZ	guarn. strisc. RS1	2 RS1	dimens. scanal.(N) e scan. con anello(NR) c	b	f	D4
mm			hN		N	giri/min x 1000										mm			
50	72	12	146	104	500	8,5	10	5,6	61910			x	x	x	x				
	80	10	163	114	560	8,5	10		16010										
	80	16	216	160	710	8,5	10	5	6010	x	x	x	x	x	x	2,49	1,9	1,7	86,6
	90	20	351	232	980	7	8,5	4,8	6210	x	x	x	x	x	x	3,28	2,7	2,46	96,5
	110	27	618	380	1600	6,3	7,5	4,3	6310	x	x	x	x	x	x	3,28	2,7	2,46	116,6
	130	31	871	520	2200	5,3	6,3		6410							4,06	3,1	2,82	139,7
55	72	9	83,2	62,0	325	8,5	10	5,3	61811			x	x	x	x				
	80	13	159	114	560	8	9,5	5	61911			x	x	x	x				
	90	11	195	140	695	7,5	9		16011										
	90	18	281	212	900	7,5	9	4,5	6011	x	x			x	x	2,87	2,7	2,46	96,5
	100	21	436	290	1250	6,3	7,5	4,3	6211	x	x			x	x	3,28	2,7	2,46	106,5
	120	29	715	450	1900	5,6	6,7	3,8	6311	x	x			x	x	4,06	3,1	2,82	129,7
	140	33	995	620	2600	5	6		6411							4,9	3,1	2,82	149,7
60	78	10	87,1	67,0	365	7,5	9	4,8	61812			x	x	x	x				
	85	13	165	120	600	7,5	9	4,5	61912			x	x	x	x				
	95	11	199	150	735	6,7	8		16012										
	95	18	296	232	980	6,7	8	4,3	6012	x	x			x	x	2,87	2,7	2,46	101,8
	110	22	475	325	1400	6	7	4	6212	x	x			x	x	3,28	2,7	2,46	116,6
	130	31	819	520	2200	5	6	3,4	6312	x	x			x	x	4,06	3,1	2,82	139,7
	150	35	1080	695	2900	4,8	5,6		6412							4,9	3,1	2,82	159,7
65	85	10	117	91,5	490	7	8,5	4,5	61813			x	x	x	x				
	90	13	174	134	680	6,7	8	4,3	61913			x	x	x	x				
	100	11	212	166	830	6,3	7,5		16013										
	100	18	307	250	1060	6,3	7,5	4	6013	x	x			x	x	2,87	2,7	2,46	106,5
	120	23	559	405	1730	5,3	6,3	3,6	6213	x	x			x	x	4,06	3,1	2,82	129,7
	140	33	923	600	2500	4,8	5,6	3,2	6313	x	x			x	x	4,9	3,1	2,82	149,7
	160	37	1190	780	3150	4,5	5,3		6413							4,9	3,1	2,82	169,7
70	90	10	121	100	540	6,7	8	4,3	61814			x	x	x	x				
	100	16	238	183	900	6,3	7,5	4	61914			x	x	x	x				
	110	13	281	250	1060	6	7		16014										
	110	20	377	310	1320	6	7	3,6	6014	x	x			x	x	2,87	2,7	2,46	116,6
	125	24	605	450	1900	5	6	3,4	6214	x	x			x	x	4,06	3,1	2,82	134,7
	150	35	1040	680	2750	4,5	5,3	3	6314	x	x			x	x	4,9	3,1	2,82	159,7
	180	42	1430	1040	3900	3,8	4,5		6414										
75	95	10	125	108	585	6,3	7,5	4	61815			x	x	x	x				
	105	16	242	193	955	6	7	3,6	61915			x	x	x	x				
	115	13	286	270	1140	5,6	6,7		16015										
	115	20	379	335	1430	5,6	6,7	3,4	6015	x	x			x	x	2,87	2,7	2,48	121,6
	130	25	663	490	2040	4,8	5,6	3,2	6215	x	x			x	x	4,06	3,1	2,82	139,7
	160	37	1140	765	3000	4,3	5	2,8	6315	x	x			x	x	4,9	3,1	2,82	169,7
	190	45	1530	1140	4150	3,6	4,3		6415										
80	100	10	124	108	585	6	7	3,6	61816			x	x	x	x				
	110	16	251	204	1020	5,6	6,7	3,4	61916			x	x	x	x				
	125	14	332	315	1320	5,3	6,3		16016										
	125	22	475	400	1660	5,3	6,3	3,2	6016	x	x			x	x	2,87	3,1	2,82	134,7
	140	26	702	550	2200	4,5	5,3	3	6216	x	x			x	x	4,9	3,1	2,82	149,7
	170	39	1240	865	3250	3,8	4,5	2,6	6316	x	x			x	x				
	200	48	1630	1250	4500	3,4	4		6416										
85	110	13	195	166	880	5,3	6,3	3,4	61817			x	x	x	x				
	120	18	319	300	1250	5,3	6,3		61917										

segue

Cuscinetti radiali rigidi, una corona di sfere SKF

Dimensioni d (mm)	D (mm)	B (mm)	Coeff. carico din. C (hN)	Coeff. carico stat. Co (hN)	Coeff. carico lim. fat. Pu (N)	Vel. di base normali gr. (giri/min x 1000)	Vel. di base normali ol. (giri/min x 1000)	Vel. di base RS1 2RS1 (giri/min x 1000)	Desig. SKF cusc. norm.	sch. Z	sch. 2Z	Esecuzioni speciali disponibili: guarn. b.attr. RZ	guarn. b.attr. 2RZ	guarn. strisc. RS1	guarn. strisc. 2 RS1	dimens. scanal. (N) e scan. con anello (NR) c (mm)	b (mm)	f (mm)	D4 (mm)
85	130	14	338	335	1370	5	6		16017										
	130	22	494	430	1760	5	6	3	6017	x	x	x	x	x	x	2,87	3,1	2,82	139,7
	150	28	832	640	2500	4,3	5	2,8	6217	x	x	x	x	x	x	4,9	3,1	2,82	159,7
	180	41	1330	965	3550	3,6	4,3	2,4	6317	x	x	x	x						
	210	52	1740	1370	4750	3,2	3,8		6417										
90	115	13	195	170	915	5,3	6,3	3,2	61818			x	x	x	x				
	125	18	332	315	1230	5	6		61918										
	140	16	416	390	1560	4,8	5,6		16018										
	140	24	585	500	1960	4,8	5,6	2,8	6018	x	x			x	x	3.71	3,1	2,82	134,7
	160	30	956	735	2800	3,8	4,5	2,6	6218	x	x			x	x	4,9	3,1	2,82	169,7
	190	43	1430	1080	3850	3,4	4	2,4	6318	x	x			x	x				
	225	54	1860	1500	5000	3	3,6		6418										
95	120	13	199	176	930	5	6	3	61819			x	x	x	x				
	130	18	338	335	1430	4,8	5,6		61919										
	145	16	423	415	1630	4,5	5,3		16019										
	145	24	605	540	2080	4,5	5,3	2,8	6019	x	x			x	x				
	170	32	1080	815	3000	3,6	4,3	2,4	6219	x	x			x	x	5,69	3,5	3,1	182,9
	200	45	1530	1180	4150	3,2	3,8		6319	x	x								
100	125	13	199	183	950	4,8	5,6	3	61820			x	x	x	x				
	140	20	423	415	1630	4,5	5,3		61920										
	150	16	442	440	1700	4,3	5		16020										
	150	24	605	540	2040	4,3	5	2,6	6020	x	x			x	x	3,71	3,1	2,82	159,7
	180	34	1240	930	3350	3,4	4	2,4	6220	x	x			x	x	5,69	3,5	3,1	192,9
	215	47	1740	1400	4750	3	3,6		6320	x	x								

Cuscinetti radiali rigidi una corona di sfere. In tabella i cusc. con d=2,5 a 100 La serie SKF continua con d = 105-110-120 140-150-160-170-180-190-200-220-240- 260-280-300+320-340-360-380-400-420-440- 460-480-500-530-560-600-630-670-710-750- 800-850-900-1000-1060.

Per i tipi z e 2Z continua con d=105-110 120-130-140-150-160.

Per i tipi RZ e 2RZ continua con d = 105 110-120-130-140.

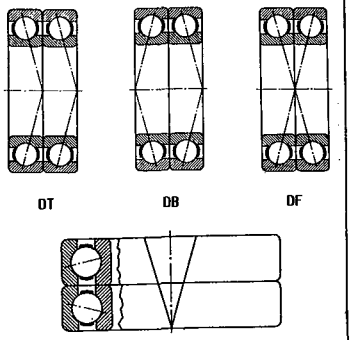
Per i tipi RS1 e 2RS1 continua con d=105 110-120-130-140-150-160.

Per i tipi N e NR continua con d = 105-110-120.

- Cuscinetti appaiati -

Maggiore capacità di carico con cuscinetti appaiati all'origine per carichi assiali in un solo senso (DT), nei due sensi (DF), nei due sensi e anche per sopportare momenti ribaltanti.

Per far si che i cuscinetti di una coppia vengano disposti nella giusta maniera, sulla coppia stessa viene segnata una " V " di riferimento per il montaggio.



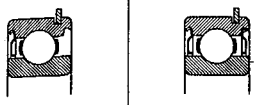
- Cuscinetti per applicazioni silenziose- Serie 60 e 62, Z, 2Z, RS1, 2RS1, sono disponibili per applicazioni silenziose e con suffisso QE5. Interpellare SKF.

- Tolleranze -

I cusc. SKF radiali hanno precisione normale. Alcuni tipi sono fornibili di classe P6 e P5; Contattare in proposito la SKF.

segue

Cuscinetti radiali a sfere, 1 corona, 2 corone SKF

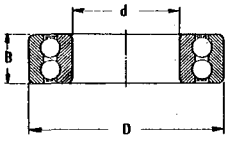


con scanalatura e anello di ancoraggio

con uno schermo | con due schermi

Es. des. cusc. 10x30x9: Cuscinetto SKF...

...6200 ZNR | ...6200 2ZNR



Cuscinetti radiali a sfere a due corone

Esempio di designazione

Cuscinetto con d = 10, D = 30, B = 14:

Cuscinetto SKF 4200 A

Dimensioni d (mm)	D (mm)	B (mm)	Coeff. di carico dinam. C (N)	Coeff. di carico stat. Co (N)	Coeff. di carico lim. fat. Pu (N)	Veloc. lubrif. gr. (giri/1' x1000)	Veloc. lubrif. olio (giri/1' x1000)	Des. SKF
10	30	9	5070	3260	100	24	30	6200
12	32	10	6890	3100	132	22	28	6201
15	35	11	7800	3750	160	19	24	6202
17	40	12	9560	4750	200	17	20	6203
	47	14	13500	6550	275	16	19	6303
20	47	14	12700	6550	280	15	18	6204
	52	15	15900	7800	335	13	16	6304
25	52	15	14000	7800	335	12	15	6205
	62	17	22500	11600	490	11	14	6305
30	62	16	19500	11200	475	10	13	6206
	72	19	28100	16000	670	9	11	6306
35	72	17	25500	15300	655	9	11	6207
	80	21	33200	19000	815	8,5	10	6307
40	80	18	30700	19000	800	8,5	10	6208
	90	23	41000	24000	1020	7,5	9	6308
45	85	19	33200	21600	915	7,5	9	6209
	100	25	52700	31500	1340	6,7	8	6309
50	90	20	35100	23200	880	7	8,5	6210
	110	27	61800	38000	1600	6,3	7,5	6310
55	100	21	43600	29000	1250	6,3	7,5	6211
	120	29	71500	45000	1900	5,6	6,7	6311
60	110	22	47500	32500	1400	6	7	6212
	130	31	81900	52000	2200	5	6	6312
65	120	23	56900	40500	1730	5,3	6,3	6213
	140	33	92300	60000	2500	4,8	5,6	6313
70	125	24	60500	45000	1900	5	6	6214
	150	35	104000	68000	2750	4,5	5,3	6314

Per le dimensioni dell'anello di ancoraggio e relativa scanalatura sull'anello esterno del cusc. vedi cusc. N e NR di pari dimensioni.

- Spiegazione delle abbreviazioni usate -

lim. fat. = Carico limite di fatica.

gr. = lubrificazione a grasso.

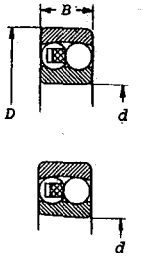
ol. = lubrificazione ad olio.

Dimensioni d (mm)	D (mm)	B (mm)	Coeff. di carico dinam. C (N)	Coeff. di carico stat. Co (N)	Coeff. di carico lim. fat. Pu (N)	Veloc. lubrif. gr. (giri/1' x1000)	Veloc. lubrif. olio (giri/1' x1000)	Desig. SKF
10	30	14	9230	5200	224	18	22	4200A
12	32	14	10600	6200	260	17	20	4201A
	37	17	13000	7800	325	15	18	4301A
15	35	14	11900	7500	320	14	17	4202A
	42	17	14800	9500	405	12	15	4302A
17	40	16	14800	9500	405	12	15	4203A
	47	19	19500	13200	560	10	13	4303A
20	47	18	17800	12500	530	10	13	4204A
	52	21	23400	16000	680	9,5	12	4304A
25	52	18	19000	14600	620	9	11	4205A
	62	24	31900	22400	950	8,5	10	4305A
30	62	20	26000	20800	880	8	9,5	4206A
	72	27	41000	30000	1270	7	8,5	4306A
35	72	23	35100	28500	1200	6,7	8	4207A
	80	31	50700	38000	1630	6,3	7,5	4307A
40	80	23	37100	32500	1370	6	7	4208A
	90	33	55900	45000	1900	5,6	6,7	4308A
45	85	23	39000	36000	1530	5,6	6,7	4209A
	100	36	68900	56000	2400	5	6	4309A
50	90	23	41000	40000	1700	5	6	4210A
	110	40	81900	69500	2900	4,5	5,3	4310A
55	100	25	44900	44000	1900	4,8	5,6	4211A
	120	43	97500	83000	3450	4,3	5	4311A
60	110	28	57200	55000	2360	4,5	5,3	4212A
	130	45	112000	98000	4150	3,8	4,5	4312A
65	120	31	67600	67000	2800	4	4,8	4213A
	140	48	121000	106000	4500	3,6	4,3	4313A
70	125	31	70200	73500	3100	3,6	4,3	4214A
	150	51	138000	125000	5000	3,2	3,8	4314A
75	130	31	72800	80000	3350	3,4	4	4215A
	160	55	156000	143000	5500	3	3,6	4315A
80	140	22	80600	90000	3600	3,2	3,8	4216A
85	150	36	93600	102000	4000	3	3,6	4217A
90	160	40	112000	122000	4650	2,8	3,4	4218A
100	180	46	140000	156000	5600	2,4	3	4220A

Cuscinetti orientabili a sfere SKF

Orientabili, foro cilindrico o foro conico (K)

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Veloc. gr.olio giri/1' x1000		Designaz. SKF	Foro con.	Elementi di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN										
5	19	6	25,1	4,80	25	32	38	135	–	0,33	1,9	3	2
6	19	6	25,1	4,80	25	32	38	126	–	0,33	1,9	3	2
7	22	7	26,5	5,60	29	30	36	127	–	0,33	1,9	3	2
8	22	7	26,5	5,60	29	30	36	108	–	0,33	1,9	3	2
9	26	8	39,0	8,15	43	26	32	129	–	0,33	1,9	3	2
10	30	9	55,3	11,8	61	24	30	1200E	–	0,33	1,9	3	2
	30	14	80,6	17,3	90	22	28	2200E	–	0,54	1,15	1,8	1,3
12	32	10	62,4	14,3	72	22	28	1201E	–	0,33	1,9	3	2
	32	14	85,2	19,0	98	20	26	2201E	–	0,50	1,25	2	1,3
	37	12	93,6	21,6	112	18	22	1301E	–	0,35	1,8	2,8	1,8
	37	17	117	27,0	140	17	20	2301	–	0,60	1,05	1,6	1,1
15	35	11	74,1	17,6	90	19	24	1202E	–	0,33	1,9	3	2
	35	14	87,1	20,4	104	18	22	2202E	–	0,43	1,5	2,3	1,6
	42	13	108	26,0	134	17	20	1302E	–	0,31	2	3,1	2,2
	42	17	119	29,0	150	15	18	2302	–	0,52	1,2	1,9	1,3
17	40	12	88,4	22,0	114	18	22	1203E	–	0,31	2	3,1	2,2
	40	16	106	25,5	132	17	20	2203E	–	0,43	1,5	2,3	1,6
	47	14	127	34,0	176	14	17	1303E	–	0,30	2,1	3,3	2,2
	47	19	146	35,5	183	13	16	2303	–	0,52	1,2	1,9	1,3
20	47	14	127	34,0	176	15	18	1204E	K	0,30	2,1	3,3	2,2
	47	18	168	41,5	216	14	17	2204E	–	0,40	1,6	2,4	1,6
	52	15	143	40,0	204	12	15	1304E	K	0,28	2,2	3,5	2,5
	52	21	182	47,5	240	11	14	2304	–	0,52	1,2	1,9	1,3
25	52	15	143	40,0	204	13	16	1205E	K	0,28	2,2	3,5	2,5
	52	18	168	44,0	228	11	14	2205E	K	0,35	1,8	2,8	1,8
	62	17	190	54,0	280	9,5	12	1305E	K	0,28	2,2	3,5	2,5
	62	24	242	65,5	340	9,5	12	2305	K	0,48	1,3	2	1,4
30	62	16	156	46,5	240	10	13	1206E	K	0,25	2,5	3,9	2,5
	62	20	238	67,0	345	9,5	12	2206E	K	0,33	1,9	3	2
	72	19	225	68,0	355	9	11	1306E	K	0,25	2,5	3,9	2,5
	72	27	312	88,0	450	8,5	10	2306	K	0,44	1,4	2,2	1,4
	90	28	592	170	865	6,7	8	1406*	–	0,40	1,6	2,4	1,6
35	72	17	190	60,0	305	9	11	1207E	K	0,23	2,7	4,2	2,8
	72	23	307	88,0	455	8,5	10	2207E	K	0,31	2	3,1	2,2
	80	21	265	85,0	430	7,5	9	1307E	K	0,25	2,5	3,9	2,5
	80	31	397	112	585	7	8,5	2307E	K	0,46	1,35	2,1	1,4
	100	30	624	118	930	6,3	7,5	1407*	–	0,37	1,7	2,6	1,8
40	80	18	199	69,5	355	8,5	10	1208E	K	0,22	2,9	4,5	2,8
	80	23	319	100	510	7,5	9	2208E	K	0,28	2,2	3,5	2,5
	90	23	338	112	570	6,7	8	1308E	K	0,23	2,7	4,2	2,8
	90	33	540	160	815	6,3	7,5	2308E	K	0,40	1,6	2,4	1,6



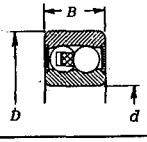
Esempio designazione cuscinetto 25x52x15 con foro cilindrico: Cuscinetto SKF 1205 E con foro conico: Cuscinetto SKF 1205EK

La serie SKF continua con d = 45-50-55-60-65 70-75-80-85-90-100-110 120-130.

*Sporgenza delle sfere rispetto alla facciata del cuscinetto da 2 mm a 2,8 mm.

Guarnizioni striscianti foro cilindrico o foro conico (K)

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Vel. giri 1' x100	Designaz. SKF	Foro con.	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN									
10	30	14	55,3	11,8	61	170	2200E-2RS1	–	0,33	1,9	3	2
12	32	14	62,4	14,3	72	160	2201E-2RS1	–	0,33	1,9	3	2
15	35	14	74,1	17,6	90	140	2202E-2RS1	–	0,33	1,9	3	2

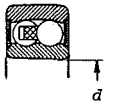


segue

Cuscinetti orientabili a sfere SKF

segue: guarnizioni striscianti foro cilindrico o conico (K)

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Vel. giri 1' x100	Designaz. SKF	Foro con.	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN									
15	42	17	108	26,0	134	120	2302E-2RS1	–	0,31	2	3,1	2,2
17	40	16	88,4	22,0	114	120	2203E-2RS1	–	0,31	2	3,1	2,2
	47	19	127	34,0	176	110	2303E-2RS1	–	0,30	2,1	3,3	2,2
20	47	18	127	34,0	176	100	2204E-2RS1	–	0,30	2,1	3,3	2,2
	52	21	143	40,0	204	95	2304E-2RS1	–	0,28	2,2	3,5	2,5
25	52	18	143	40,0	204	90	2205E-2RS1	K	0,28	2,2	3,5	2,5
	62	24	190	54,0	280	75	2305E-3RS1	–	0,28	2,2	3,5	2,5
30	62	20	156	46,5	240	75	2206E-2RS1	K	0,25	2,5	3,9	2,5
	72	27	225	68,0	355	67	2306E-2RS1	–	0,25	2,5	3,9	2,5
35	72	23	190	60,0	305	63	2207E-2RS1	K	0,23	2,7	4,2	2,8
	80	31	265	85,0	430	56	2307E-2RS1	–	0,25	2,5	3,9	2,5
40	80	23	199	69,5	355	56	2208E-2RS1	K	0,22	2,9	4,5	2,8
	90	33	338	112	570	50	2308E-2RS1	–	0,23	2,7	4,2	2,8
45	85	23	229	78,0	400	53	2209E-2RS1	K	0,21	3	4,6	3,2
	100	36	390	134	695	45	2309E-2RS1	–	0,23	2,7	4,2	2,8
50	90	23	229	81,5	415	48	2210E-2RS1	K	0,20	3,2	4,9	3,2
	110	40	436	140	720	40	2310E-2RS1	–	0,24	2,6	4,1	2,8
55	100	25	276	106	540	43	2211E-2RS1	K	0,19	3,3	5,1	3,6
60	110	28	312	122	620	38	2212E-2RS1	–	0,19	3,3	5,1	3,6
65	120	31	351	140	720	36	2213E-2RS1	–	0,18	3,5	5,4	3,6
70	125	31	345	137	710	34	2214E-2RS1	–	0,18	3,5	5,4	3,6

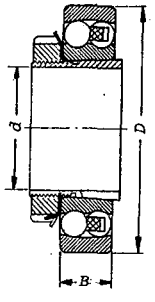


Esempio designazione cuscinetto 25x 52x 18 guarnizione strisciante, foro cilindrico: Cuscin. SKF 2205E-2RS1 con foro conico: Cusc. SKF 2205E-2RS1 K

I cuscinetti SKF orientabili a sfere sono anche disponibili nella versione con guarnizioni striscianti da entrambi i lati (2RS1). Per i tipi con foro conico é disponibile bussola (suffisso C) come nei cuscinetti E-2RS1K

Orientabili a sfere con bussola di trazione

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Veloc. gr.olio giri/1' x1000		Designaz. SKF	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN									
17	47	14	127	34,0	176	15	18	1204EK	0,30	2,1	3,3	2,2
	52	15	143	40,0	204	12	14	1304EK	0,28	2,2	3,5	2,5
20	52	15	143	40,0	204	13	16	1205EK	0,28	2,2	3,5	2,5
	52	18	168	44,0	228	11	14	2205EK	0,35	1,8	2,8	1,8
	62	17	190	54,0	280	9,5	12	1305EK	0,28	2,2	3,5	2,5
	62	24	242	65,5	340	9,5	12	2305K	0,48	1,3	2	1,4
25	62	16	156	46,5	240	10	13	1206EK	0,25	2,5	3,9	2,5
	62	20	238	67,0	345	9,5	12	2206EK	0,33	1,9	3	2
	72	19	225	68,0	355	9	11	1306EK	0,25	2,5	3,9	2,5
	72	27	312	88,0	450	8,5	10	2306K	0,44	1,4	2,2	1,4
30	72	17	190	60,0	305	9	11	1207EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	72	23	307	88,0	455	8,5	10	2207EK	0,31	2	3,1	2,2
	80	21	265	85,0	430	7,5	9	1307EK	0,25	2,5	3,9	2,5
	80	31	397	112	585	7	8,5	2307EK	0,46	1,35	2,1	1,4
35	80	18	199	69,5	355	8,5	10	1208EK	0,22	2,9	4,5	2,8
	80	23	319	100	510	7,5	9	2208EK	0,28	2,2	3,5	2,5
	90	23	338	112	570	6,7	8	1308EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	90	33	540	160	815	6,3	7,5	2308EK	0,40	1,6	2,4	1,6
40	85	19	229	78,0	400	7,5	9	1209EK	0,21	3	4,6	3,2
	85	23	325	106	540	7	8,5	2209EK	0,26	2,4	3,7	2,5
	100	25	390	134	695	6,3	7,5	1309EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	100	36	637	193	1000	5,6	6,7	2309EK	0,33	1,9	3	2
45	90	20	265	91,5	475	7	8,5	1210EK	0,21	3	4,6	3,2
	90	23	338	112	570	6,3	7,5	2210EK	0,23	2,7	4,2	2,8



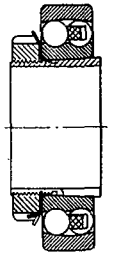
Esempio designazione cuscinetto 20x52x15 con bussola di traz.: Cuscinetto SKF 1205 EK

segue

Cuscinetti orientabili a sfere SKF

segue: orientabili a sfere con bussola di trazione

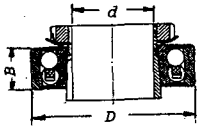
Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Veloc. gr.olio giri/1' x1000	Designaz. SKF	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN								
45	110	27	436	140	720	5,6	6,7	1310EK	0,24	2,6	4,1	2,8
	110	40	637	200	1040	5,3	6,3	2310K	0,43	1,5	2,3	1,6
50	100	21	276	106	540	6,3	7,5	1211EK	0,19	3,3	5,1	3,6
	100	25	390	134	695	6	7	2211EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	120	29	507	180	915	5	6	1311EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	120	43	761	240	1250	4,8	5,6	2311EK	0,40	1,6	2,4	1,6
55	110	22	312	122	620	5,6	6,7	1212EK	0,19	3,3	5,1	3,6
	110	28	488	170	880	5,3	6,3	2212EK	0,24	2,8	4,1	2,8
	130	31	585	220	1120	4,5	5,3	1312EK	0,23	2,7	4,2	2,8
	130	46	871	285	1460	4,5	5,3	2312K	0,33	1,9	3	2
60	120	23	351	140	720	5,3	6,3	1213EK	0,18	3,5	5,4	3,6
	120	31	572	200	1020	5	6	2213EK	0,24	2,6	4,1	2,8
	140	33	650	255	1250	4,3	5	1313EK	0,22	2,9	4,5	2,8
	140	48	956	325	1660	4	4,8	2313K	0,37	1,7	2,6	1,8
65	130	25	390	156	800	4,8	5,6	1215K	0,17	3,7	5,7	4
	130	31	442	180	900	4,5	5,3	2215K	0,25	2,5	3,9	2,5
	160	37	793	300	1430	3,8	4,5	1315K	0,22	2,9	4,5	2,8
	160	55	1240	430	2040	4	4,7	2315K	0,37	1,7	2,6	1,8
70	140	26	397	170	830	4,5	5,3	1216K	0,16	3,9	6,1	4



La serie SKF continua con d = 75-80-85-90-95 100-110.

Orientabili, guarnizioni striscianti e bussola di trazione

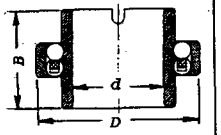
Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Vel. giri 1' x100	Designazione SKF	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN								
20	52	18	143	40,0	204	90	2205E-2RS1K	0,28	2,2	3,5	2,5
25	62	20	156	46,5	240	75	2206E-2RS1K	0,25	2,5	3,9	2,5
30	72	23	190	60,0	305	63	2207E-2RS1K	0,23	2,7	4,2	2,8
35	80	23	199	69,5	355	56	2208E-2RS1K	0,22	2,9	4,5	2,8
40	85	23	229	78,0	400	53	2209E-2RS1K	0,21	3	4,6	3,2
45	90	23	229	81,5	415	48	2210-2RS1K	0,20	3,2	4,9	3,2
50	100	25	276	106	540	43	2211E-2RS1K	0,19	3,3	5,1	3,6



Esempio designazione cuscinetto 20x47x14: Cuscinetto SKF 2205E-2RS1K

Orientabili a sfere con anello interno largo

Dimens. d	D	B	Coeff.car. din. stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Vel. giri 1' x100	Designazione SKF	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			hN								
20	47	14	127	34,0	176	90	11204E	0,30	2,1	3,3	2,2
25	52	15	143	40,0	204	80	11205E	0,28	2,2	3,5	2,5
	62	17	190	54,0	280	67	11305E	0,28	2,2	3,5	2,5
30	62	16	156	46,5	240	67	11206E	0,25	2,5	3,9	2,5
	72	19	225	68,0	355	56	11306E	0,25	2,5	3,9	2,5
35	72	17	190	60,0	305	56	11207E	0,23	2,7	4,2	2,8
	80	21	265	85,0	430	50	11307E	0,25	2,5	3,9	2,5
40	80	18	199	69,5	355	50	11208E	0,22	2,9	4,5	2,8
	90	23	338	112	570	45	11308E	0,23	2,7	4,2	2,8
45	85	19	229	78,0	400	45	11209E	0,21	3	4,6	3,2
50	90	20	265	91,5	475	43	11210E	0,21	3	4,6	3,2
	110	27	436	140	720	36	11310E	0,24	2,6	4,1	2,8
60	110	22	312	122	620	34	11212E	0,19	3,3	5,1	3,6

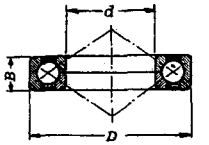


Esempio designazione cuscinetto 20x47x14: Cuscinetto SKF 11204 E

I cuscinetti orientabili a sfere con anello interno largo sono impiegati in applicazioni dove sono previsti alberi ottenuti per trafilatura. Foro con tolleranze speciali.

Cuscinetti a sfere - Cuscinetti a rulli

a quattro punti di contatto

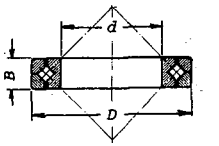


Es. des. cusc. 20x52x15: Cusc. SKF QJ304

Dimensioni d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000	Design. SKF
mm			hN				
17	40	12	159	106	450	14	19	QJ203
	47	14	234	150	640	12	17	QJ303
20	52	15	296	200	850	10	15	QJ304
25	52	15	251	200	830	9,5	14	QJ205
30	62	16	351	285	1200	8,5	12	QJ206
	72	19	494	390	1630	7,5	10	QJ306
35	72	17	462	390	1630	7,5	10	QJ207
	80	21	592	465	1960	7	9,5	QJ307
40	80	18	527	450	1900	6,7	9	QJ208
	90	23	715	585	2450	6,3	8,5	QJ308
45	85	19	585	510	2160	6,3	8,5	QJ209
	100	25	936	765	3250	5,6	7,5	QJ309
50	90	20	618	560	2400	5,6	7,5	QJ210
	110	27	1110	915	3900	5	6,7	QJ310
55	100	21	793	765	3200	5,3	7	QJ211
	120	29	1270	1080	4550	4,5	6	QJ311
60	110	22	923	865	3650	4,8	6,3	QJ212
	130	31	1460	1250	5300	4,3	5,6	QJ312
65	120	23	1040	1040	4400	4,3	5,6	QJ213
	140	33	1650	1460	6100	4	5,3	QJ313
70	125	24	1140	1140	4800	4,3	5,6	QJ214
	150	35	1860	1660	6700	3,6	4,8	QJ314
75	130	25	1170	1220	5200	4	5,3	QJ215
	160	37	1990	1860	7350	3,4	4,5	QJ315N2
80	140	26	1380	1460	5850	3,6	4,8	QJ216
	170	39	2160	2080	8000	3,2	4,3	QJ316N2
85	150	28	1480	1600	6200	3,4	4,5	QJ217
	180	41	2340	2360	8650	3	4	QJ317N2
90	160	30	1740	1860	6950	3,2	4,3	QJ218N2
	190	43	2650	2850	10200	2,8	3,8	QJ318N2
95	170	32	1990	2120	7800	3	4	QJ219N2
	200	45	2860	3150	11000	2,6	3,6	QJ319N2
100	180	34	2250	2400	8650	2,8	3,8	QJ220N2
	215	47	3070	3400	11600	2,4	3,4	QJ320N2
110	200	38	2650	3050	10400	2,4	3,4	QJ222N2
	240	50	3640	4300	14000	2	3	QJ322N2
120	215	40	2860	3400	11200	2,2	3,2	QJ224N2
	260	55	3900	4900	15000	1,9	2,8	QJ324N2

La serie SKF continua con d = 130-140-150-160-170-180-200-220.

cilindrici incrociati

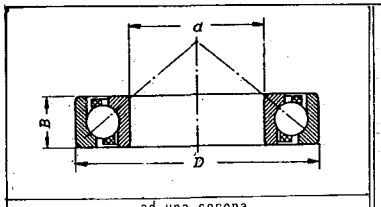


Es. des. cusc. 30x55x13: Cusc.SKF MMXC1006

Dimensioni d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. Pu	Veloc. giri/1' gr.olio x1000	Design. SKF
mm			hN				
30	55	13	110	116	12,2	50	67	MMXC1006
35	62	14	117	127	13,4	48	63	MMXC1007
40	62	12	82,5	98,0	9,0	43	56	MMXC1908
	68	15	121	140	14,6	40	53	MMXC1008
45	68	12	84,2	106	9,65	40	53	MMXC1909
	75	16	176	208	38,0	38	50	MMXC1009
50	72	12	88,0	114	10,2	36	48	MMXC1910
	80	16	187	228	24,5	34	45	MMXC1010
55	80	13	138	180	18,0	32	43	MMXC1911
	90	18	238	290	30,0	30	40	MMXC1011
60	85	13	142	190	19,3	30	40	MMXC1912
	95	18	246	315	34,5	28	38	MMXC1012
65	90	13	145	204	20,4	28	38	MMXC1913
	100	18	255	340	37,5	26	36	MMXC1013
70	100	16	205	285	30,5	24	34	MMXC1914
	110	20	341	450	51,0	22	32	MMXC1014
75	105	16	212	305	32,0	22	32	MMXC1915
	115	20	352	490	55,0	20	30	MMXC1015
80	110	16	220	325	34,0	20	30	MMXC1916
	125	22	369	520	58,5	19	28	MMXC1016
90	125	18	297	440	46,5	19	28	MMXC1918
	140	24	512	710	80,0	18	26	MMXC1018
100	140	20	391	585	62,0	17	24	MMXC1920
	150	24	528	765	83,0	17	24	MMXC1020
110	150	20	413	655	67,0	16	22	MMXC1922
	170	28	721	1040	112	15	20	MMXC1022
120	165	22	429	735	71,0	15	20	MMXC1924
	180	28	748	1120	118	14	19	MMXC1024
130	180	24	605	980	98,0	13	18	MMXC1926
	200	33	1020	1530	160	12	17	MMXC1026
150	210	28	825	1370	132	11	16	MMXC1930
	225	35	1100	1760	176	10	15	MMXC1030
160	220	28	858	1430	137	10	15	MMXC1932
	240	38	1380	2160	216	9,5	14	MMXC1032
180	250	33	1140	1960	186	9	13	MMXC1936
	280	46	2010	3200	310	8,5	12	MMXC1036
200	280	38	1510	2600	240	8,5	12	MMXC1940
	310	51	2160	3650	340	8	11	MMXC1040

La serie SKF continua con d = 260-300-400-500.

Cuscinetti obliqui a sfere



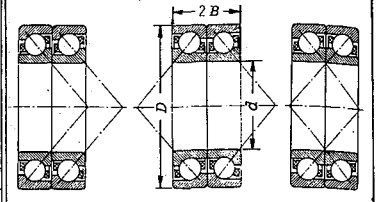
ad una corona

Es. des. cusc. 10x30x9: Cusc. SKF 7200BE

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N	Velocità giri/min gr. olio x1000		Design. SKF
mm			hN					
10	30	9	70,2	33,5	140	19	28	7200BE
12	32	10	76,1	38,0	160	18	26	7201BE
	37	12	106	50,0	208	17	24	7301BE
15	35	11	88,4	48,0	204	17	24	7202BE
	42	13	130	67,0	280	15	20	7302BE
17	40	12	111	61,0	260	15	20	7203BE
	47	14	159	83,0	355	13	18	7303BE
20	47	14	140	83,0	355	12	17	7204BE
	52	15	190	104	440	11	16	7304BE
25	52	15	156	102	430	10	15	7205BE
	62	17	260	156	655	9	13	7305BE
30	62	16	238	156	655	8,5	12	7206BE
	72	19	345	212	900	8	11	7306BE
35	72	17	307	208	880	8	11	7207BE
	80	21	390	245	1040	7,5	10	7307BE
40	80	18	364	260	1100	7	9,5	7208BE
	90	23	494	335	1400	6,7	9	7308BE
45	85	19	377	280	1200	6,7	9	7209BE
	100	25	605	415	1730	6	8	7309BE
50	90	20	390	305	1290	6	8	7210BE
	110	27	741	510	2200	5,3	7	7310BE
55	100	21	488	380	1630	5,6	7,5	7211BE
	120	29	852	600	2550	4,8	6,3	7311BE
60	110	22	572	455	1930	5	6,7	7212BE
	130	21	956	695	3000	4,5	6	7312BE
65	120	23	663	540	2280	4,5	6	7213BE
	140	33	1080	800	3350	4,3	5,6	7313BE
70	125	24	715	600	2500	4,3	5,6	7214BE
	150	35	1190	900	3650	3,8	5	7314BE
75	130	25	728	640	2650	4,3	5,6	7215BE
	160	37	1330	1060	4150	3,6	4,8	7315BE
80	140	26	832	735	3000	3,8	5	7216BE
	170	39	1430	1180	4500	3,4	4,5	7316BE
85	150	28	956	830	3250	3,6	4,8	7217BE
	180	41	1530	1320	4900	3,2	4,3	7317BE
90	160	30	1080	965	3650	3,4	4,5	7218BE
	190	43	1650	1460	5200	3	4	7318BE

La serie SKF continua con d = 95-100-105-110-120-130-140-150-160-170 180-190-220-240.

Disposizione...



..tandem ..ad "O" ..ad "X"

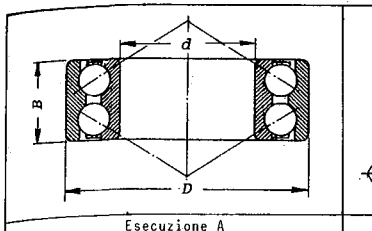
ad una corona, montaggio in coppia

Es. des. cusc. 12x32x20: Cusc.SKF 7201BECB

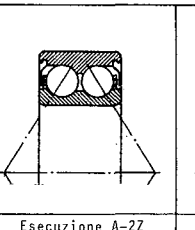
Dimens. d	D	2B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Design. SKF
mm			hN					
12	32	20	124	76,5	325	15	20	7201BECB
15	35	22	146	95,0	405	13	18	7202BECB
	42	26	212	134	560	11	16	7302BECB
17	40	24	178	122	520	11	16	7203BECB
	47	28	260	166	710	9,5	14	7303BECB
20	47	28	229	166	710	9,5	14	7204BECB
	52	30	307	208	880	9	13	7304BECB
25	52	30	251	204	850	8,5	12	7205BECB
	62	34	423	310	1320	7,5	10	7305BECB
30	62	32	390	310	1320	7,5	10	7206BECB
	72	38	559	425	1800	6,7	9	7306BECB
35	72	34	507	415	1760	6,3	8,5	7207BECB
	80	42	624	490	2080	6	8	7307BECB
40	80	36	592	520	2200	5,6	7,5	7208BECB
	90	46	793	655	2800	5,3	7	7308BECB
45	85	38	618	560	2400	5,3	7	7209BECB
	100	50	975	815	3450	4,8	6,3	7309BECB
50	90	40	637	610	2600	4,8	6,3	7210BECB
	110	54	1190	1020	4400	4,3	5,6	7310BECB
55	100	42	780	765	3250	4,5	6	7211BECB
	120	58	1380	1200	5100	3,8	5	7311BECB
60	110	44	936	915	3900	4	5,3	7212BECB
	130	62	1560	1400	5850	3,6	4,8	7312BECB
65	120	46	1080	1080	4450	3,6	4,8	7213BECB
	140	66	1740	1600	6700	3,2	4,3	7313BECB
70	125	48	1140	1180	5000	3,4	4,5	7214BECB
	150	70	1950	1800	7350	3	4	7314BECB
75	130	50	1190	1270	5300	3,2	4,3	7215BECB
	160	74	2120	2120	8300	2,8	3,8	7315BECB
80	140	52	1350	1460	6000	3	4	7216BECB
	170	78	2290	2360	9000	2,6	3,6	7316BECB
85	150	56	1560	1660	6550	2,8	3,8	7217BECB
	180	82	2410	2650	9650	2,4	3,4	7317BECB
90	160	60	1780	1930	7200	2,6	3,6	7218BECB

La serie SKF continua con d = 95-100-105-110-120-130-140-150-160-170-180-190-220-240.

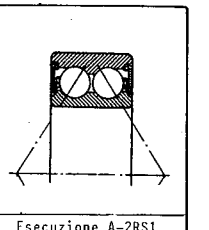
Cuscinetti obliqui a due corone di sfere SKF



Esecuzione A



Esecuzione A-2Z

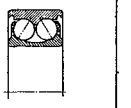


Esecuzione A-2RS1

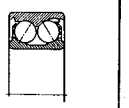
Esempio designaz. cusc. 10x30x14 (nelle varie esecuzioni): Cuscinetto SKF...

...3200A	...3200A-2Z	...3200A-2RS1

Dimensioni d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Desig. SKF	2Z	2RS1
mm			hN							
10	30	14	74,1	43,0	180	16	22	3200A	x	x
12	32	15,9	101	56,0	240	15	20	3201A	x	x
15	35	15,9	112	68,0	285	12	17	3202A	x	x
	42	19	151	91,5	390	10	15	3202A	x	x
17	40	17,5	140	86,5	365	10	15	3203A	x	x
	47	22,5	212	125	530	9,5	14	3303A	x	x
20	47	29,6	186	120	500	9	13	3204A	x	x
	52	22,2	221	143	610	8,5	12	3304A	x	x
25	52	20,6	203	140	600	8	11	3205A	x	x
	62	24,5	312	208	880	7,5	10	3305A	x	x
30	62	23,8	281	200	850	7	9,5	3206A	x	x
	72	30,2	410	285	1200	6,3	8,5	3306A	x	x
	72	30,2	457	425	1800	6,3	8,5	3306E	x	x
35	72	27	371	275	1160	8	8	3207A	x	x
	80	34,9	488	340	1460	5,6	7,5	3307A	x	x
	80	34,9	539	510	2160	5,6	7,5	3307E	x	x
40	80	30,2	449	335	1430	5,6	7,5	3208A	x	x
	80	30,2	484	480	2040	5,6	7,5	3208E	x	x
	90	36,5	592	430	1830	5	6,7	3308A	x	x
	90	36,5	660	640	2750	5	6,7	3308E	x	x
45	85	30,2	475	380	1600	5	6,7	3209A	x	x
	85	30,2	501	530	2240	5	6,7	3209E	x	x
	100	39,7	721	735	3100	4,5	6	3309		
50	90	30,2	475	390	1630	4,8	6,3	3210A	x	x
	90	30,2	528	585	2450	4,8	6,3	3210E	x	x
	110	44,4	880	965	4050	4	5,3	3310		
55	100	33,3	572	670	2850	4,3	5,6	3211		
	120	49,2	952	1080	4550	3,8	5	3311		
60	110	36,5	721	850	3600	3,8	5	3212		
	130	54	1120	1270	5400	3,4	4,5	3312		
65	120	38,1	781	950	4050	3,6	4,8	3213		
	140	58,7	1280	1500	6200	3,2	4,3	3313		
70	125	39,7	765	980	4150	3,2	4,3	3214		
	150	63,5	1470	1730	6950	2,8	3,8	3314		
75	130	41,3	842	1100	4550	3,2	4,3	3215		
	160	68,3	1570	1860	7200	2,6	3,6	3315		
80	140	44,4	1010	1340	5400	2,8	3,8	3216		

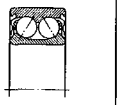


Esec. A

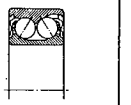


Esec. E

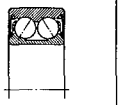
Esec. senza suffisso



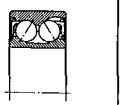
Esec. A-2Z



Esec. E-2Z



Esec. A-2RS1



Esec. E-2RS1

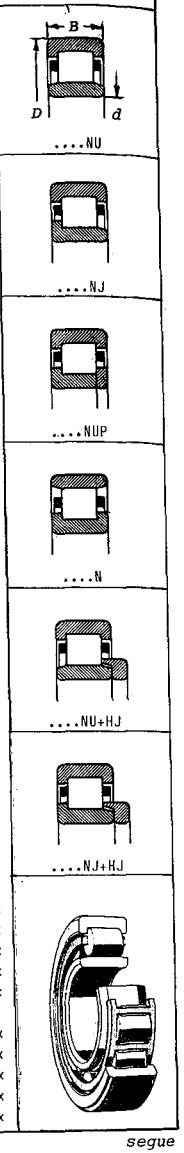
La serie SKF del tipo senza suffisso continua con d= 8(-90-95-100-110
x Tipi 2Z e 2RS1 disponibili.

Cusc. costruiti secondo precisione normale. Precisioni P6 o P5 (serie 32) a richiesta.

Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici SKF

Esempio designazione cusc. 20x47x14 con anello di spallamento: Cuscinetto SKF ...

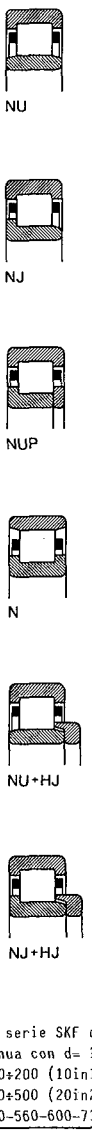
Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Designaz. SKF	Versione NU	NJ	NUP	N	Vers. spall. NU+HJ	NJ+HJ
	mm		hN											
15	35	11	125	102	1220	18	22	202 EC	x	x			x	x
	42	13	194	153	1860	16	19	302 EC	x	x			x	x
17	40	12	172	143	1730	16	19	203 EC	x	x	x	x	x	x
	40	16	238	216	2650	16	19	2203 EC	x	x	x		x	x
	47	14	246	204	2550	14	17	303 EC	x	x	x	x	x	x
20	47	14	251	220	2750	13	16	204 EC	x	x	x	x	x	x
	47	18	297	275	3450	13	16	2204 EC	x	x			x	x
	52	15	308	260	3250	12	15	304 EC	x	x	x	x	x	x
	52	21	413	380	4800	11	14	2304 EC	x	x	x		x	x
25	47	12	142	132	1400	15	18	1005	x					
	52	15	286	270	3350	11	14	205 EC	x	x	x	x	x	x
	52	18	341	340	4250	11	14	2205 EC	x	x	x		x	x
	62	17	402	365	4550	9,5	12	305 EC	x	x	x	x	x	x
	62	24	561	550	6950	9	11	2305 EC	x	x	x		x	x
30	55	13	179	173	1860	12	15	1006	x					
	62	16	380	365	4550	9,5	12	206 EC	x	x	x	x	x	x
	62	20	484	490	6100	9,5	12	2206 EC	x	x	x	x	x	x
	72	19	512	480	6200	9	11	306 EC	x	x	x	x	x	x
	72	27	737	750	9650	8	9,5	2306 EC	x	x	x		x	x
	90	23	605	530	6800	7,5	9	406	x	x			x	x
35	62	14	358	380	4550	10	13	1007 EC	x					
	72	17	484	480	6100	8,5	10	207 EC	x	x	x	x	x	x
	72	23	594	630	8150	8,5	10	2207 EC	x	x	x	x	x	x
	80	21	644	630	8150	8	9,5	307 EC	x	x	x	x	x	x
	80	31	913	980	12700	7	8,5	2307 EC	x	x	x		x	x
	100	25	765	695	9000	6,7	8	407	x	x	x		x	x
40	68	15	251	260	3000	9,5	12	1008						
	80	18	539	530	6700	7,5	9	208 EC	x	x	x	x	x	x
	80	23	704	750	9650	7,5	9	2208 EC	x	x	x	x	x	x
	90	23	809	780	10200	6,7	8	308 EC	x	x	x	x	x	x
	90	33	1120	1200	15300	6,3	7,5	2308 EC	x	x	x		x	x
	110	27	968	900	11600	6	7	408	x	x	x		x	x
45	75	16	446	520	6300	9	11	1009 EC	x					
	85	19	605	640	8150	6,7	8	209 EC	x	x	x	x	x	x
	85	23	737	815	10600	6,7	8	2209 EC	x	x	x	x	x	x
	100	25	990	1000	12900	6,3	7,5	309 EC	x	x	x	x	x	x
	100	36	1380	1530	20000	5,6	6,7	2309 EC	x	x	x		x	x
	120	29	1060	1020	13400	5,6	6,7	409	x	x	x		x	x
50	80	16	308	345	4000	8,5	10	1010	x					
	90	20	644	695	8800	6,3	7,5	210 EC	x	x	x	x	x	x
	90	23	781	880	11400	6,3	7,5	2210 EC	x	x	x		x	x
	110	27	1100	1120	15000	5	6	310 EC	x	x	x	x	x	x
	110	40	1610	1860	24500	5	6	2310 EC	x	x	x		x	x
	130	31	1300	1270	16600	5	6	410	x	x			x	x
55	90	18	572	695	8300	7	8,5	1011 EC	x					
	100	21	842	950	12200	6	7	211 EC	x	x	x	x	x	x
	100	25	990	1180	15300	6	7	2211 EC	x	x	x	x	x	x
	120	29	1380	1430	18600	4,8	5,6	311 EC	x	x	x	x	x	x
	120	43	2010	2320	30500	4,8	5,6	2311 EC	x	x	x		x	x
	140	33	1420	1400	18600	4,8	5,6	411	x	x	x		x	x



segue

Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici SKF

Dimensioni d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Designaz. SKF	Versione NU	NJ	NUP	N	Vers. spall. NU+HJ	NJ+HJ
	mm		hN											
60	95	18	374	440	5300	6,7	8	1012	x					
	110	22	935	1020	13400	5,3	6,3	212 EC	x	x	x	x	x	x
	110	28	1280	1530	20000	5,3	6,3	2212 EC	x	x	x	x	x	x
	130	31	1510	1600	20800	4,3	5	312 EC	x	x	x	x	x	x
	130	46	2240	2650	34500	4,3	5	3212 EC	x	x	x		x	x
	150	35	1680	1730	22000	4,3	5	412	x	x	x		x	x
65	100	18	380	465	5500	6,3	7,5	1013	x					
	120	23	1060	1180	15600	4,8	5,6	213 EC	x	x	x	x	x	x
	120	31	1470	1800	24000	4,8	5,6	2213 EC	x	x	x		x	x
	140	33	1830	1960	25500	4	4,8	313 EC	x	x	x	x	x	x
	140	48	2510	2900	38000	4	4,8	2313 EC	x	x	x		x	x
	160	37	1830	1900	24000	4	4,8	413	x	x			x	x
70	110	20	561	672	8000	6	7	1014	x					
	125	24	1190	1370	18000	4,5	5,3	214 EC	x	x	x	x	x	x
	125	31	1540	1930	25500	4,5	5,3	2214 EC	x	x	x		x	x
	150	35	2050	2280	29000	3,6	4,3	314 EC	x	x	x	x	x	x
	150	51	2750	3250	41500	3,6	4,3	2314 EC	x	x	x		x	x
	180	42	2290	2400	30000	3,6	4,3	414	x	x			x	x
75	115	20	583	710	8500	5,6	6,7	1015	x					
	130	25	1300	1560	20400	4,5	5,3	215 EC	x	x	x	x	x	x
	130	31	1610	2080	27000	5,5	5,3	2215 EC	x	x	x		x	x
	160	37	2420	2650	33500	3,4	4	315 EC	x	x	x	x	x	x
	160	55	3330	4000	50000	3,4	4	2315 EC	x	x	x		x	x
	190	45	2640	2800	34000	3,4	4	415	x	x			x	x
80	125	22	660	815	10400	5,3	6,3	1016	x					
	140	26	1380	1660	21200	4	4,8	216 EC	x	x	x	x	x	x
	140	33	1870	2450	31000	4	4,8	2216 EC	x	x	x		x	x
	170	39	2600	2900	36000	3,2	3,8	316 EC	x	x	x	x	x	x
	170	58	3580	4400	55000	3,2	3,8	2316 EC	x	x	x		x	x
	200	48	3030	3200	39000	3,2	3,8	416	x	x			x	x
85	130	22	682	865	10800	5	6	1017	x					
	150	28	1650	2000	24500	3,8	4,5	217 EC	x	x	x	x	x	x
	150	36	2160	2800	34500	3,8	4,5	2217 EC	x	x	x		x	x
	180	41	2970	3350	41500	3	3,6	317 EC	x	x	x	x	x	x
	180	60	3960	4900	60000	3	3,6	2317 EC	x	x	x		x	x
	210	52	3190	3350	39000	3	3,6	417	x	x			x	x
90	140	24	809	1040	12700	4,8	5,6	1018	x					
	160	30	1830	2200	27000	3,6	4,3	218 EC	x	x	x	x	x	x
	160	40	2420	3150	39000	3,6	4,3	2218 EC	x	x	x		x	x
	190	43	3190	3600	43000	2,8	3,4	318 EC	x	x	x	x	x	x
	190	64	4400	5400	65500	2,8	3,4	2318 EC	x	x	x		x	x
	225	54	3800	4150	48000	2,8	3,4	418	x	x			x	x
95	145	24	842	1100	13200	4,5	5,3	1019	x					
	170	32	2200	2650	32500	3,4	4	219 EC	x	x	x	x	x	x
	170	43	2860	3750	45500	3,4	4	2219 EC	x	x	x	x	x	x
	200	45	3410	3900	46500	2,6	3,2	319 EC	x	x	x		x	x
	200	67	4680	5850	69500	2,6	3,2	2319 EC	x	x	x		x	x
	240	55	4130	4550	52000	2,6	3,2	419	x	x			x	x
100	150	24	858	1140	13700	4,3	5	1020	x					
	180	24	2510	3050	36500	3,2	3,8	220 EC	x	x	x	x	x	x
	180	46	3360	4500	54000	3,2	3,8	2220 EC	x	x	x		x	x
	215	47	3910	4400	51000	2,4	3	320 EC	x	x	x	x	x	x
	215	73	5830	7350	85000	2,4	3	2320 EC	x	x	x		x	x
	250	58	4290	4750	53000	2,4	3	420	x	x			x	x



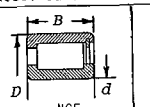
La serie SKF continua con d= 105 110÷200 (10in10) 220÷500 (20in20) 530-560-600-710.

Cuscinetti a rulli cilindrici a pieno riempimento SKF

ad una corona di rulli

Esempio designazione cusc. 20x42x16, tratt. superf. rulli: Cuscinetto NCF 3004V-BV

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Designaz. SKF	tratt. superf. rulli *
mm			hN						
20	42	16	330	355	4150	4,5	8,5	NCF3004V	BV
25	47	16	374	440	5100	3,8	7	NCF3005V	BV
	62	24	682	680	8650	2,2	4,5	NJG2305VH	BVH
30	55	19	495	585	7200	3,2	6	NCF3006V	BV
	72	27	842	865	11000	1,9	4	NJG2306VH	BVH
35	62	20	550	670	8150	2,8	5,3	NCF3007V	BV
	72	23	737	780	10000	2,4	4,8	NCF2207V	BV
	80	31	1080	1140	15000	1,6	3,4	NJG2307VH	BVH
40	68	21	660	815	10000	2,4	4,8	NCF3008V	BV
	90	33	1450	1560	20000	1,4	3	NJG2308VH	BVH
45	75	23	809	1060	13200	2	4,3	NCF3009V	BV
	85	23	842	980	12700	1,9	4	NCF2209V	BV
	100	36	1720	1960	25500	1,3	2,8	NJG2309VH	BVH
50	80	23	858	1180	14600	1,9	4	NCF3010V	BV



...NCF

...NJG

* Suffisso per cuscinetto con trattamento superficiale sui rulli.

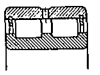
La serie SKF continua con d = 55÷90 (5 in 5), 100÷200 (10 in 10) 220÷500 (20 in 20)-530-560-600-630 670-710-750. Per queste dimensioni chiedere catalogo alla SKF.

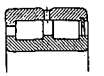
Cuscinetti prodotti secondo la precisione normale ad eccezione dei cusc. NNC che hanno limiti più ampi per la quota B.

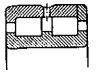
con due corone di rulli

Esempio designazione cusc. 60x85x25, tratt. superf. rulli: Cuscinetto NNC4912V-BV

Dimensioni d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. giri/1' gr.olio x1000		Designaz. SKF	tratt. super. rulli*
mm			hN						
60	85	25	765	1370	15000	1,6	3,4	NNC4912V	BV
65	100	46	1940	3250	40500	1,4	3	NNCF5013V	BV
70	100	30	1050	1930	22800	1,4	3	NNC4914V	BV
75	115	54	2330	3800	49000	1,2	2,6	NNCF5015V	BV
80	110	30	1120	2160	25500	1,2	2,6	NNCF4916V	BV
	110	30	1120	2160	25500	1,2	2,6	NNC4916V	BV
	110	30	1120	2160	25500	1,2	2,6	NNCL4916V	BV
85	130	60	2920	4750	61000	1,1	2,4	NNCF5017V	BV
90	125	35	1510	3000	36000	1,1	2,4	NNCF4918V	BV
	125	35	1510	3000	36000	1,1	2,4	NNC4918V	BV
	125	35	1510	3000	36000	1,1	2,4	NNCL4918V	BV
100	140	40	1940	4000	46500	0,9	2	NNCF4920V	BV
	140	40	1940	4000	46500	0,9	2	NNC4920V	BV


...NNCL


...NNCF


...NNC

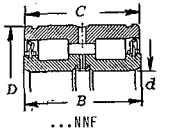
* Suffisso per cuscinetto con trattamento superficiale sui rulli

La serie SKF continua con d = 110÷200 (10in10), 220÷500 (20in20)

con due corone di rulli e guarnizioni striscianti

Esempio designazione cusc. 20x42x20x29 : Cuscinetto NNF 5004 ADA-2LSV

Dimensioni d	D	B	C	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. fat. Pu(N)	Veloc. di base giri/1' x1000	Designazione SKF
mm				hN				
20	42	30	29	402	520	5850	3,6	NNF5004ADA-2LSV
25	47	30	29	446	620	6050	3	NNF5005ADA-2LSV
30	55	34	33	528	750	8500	2,6	NNF5006ADA-2LSV
35	62	36	35	660	915	10800	2,2	NNF5007ADA-2LSV
40	68	38	37	792	1160	14000	2	NNF5008ADA-2LSV
45	75	40	39	952	1460	17600	1,8	NNF5009ADA-2LSV
50	80	40	39	1010	1600	19000	1,7	NNF5010ADA-2LSV
55	90	46	45	1190	1930	24000	1,5	NNF5011ADA-2LSV
60	95	46	45	1230	2080	25500	1,4	NNF5012ADA-2LSV



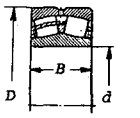
...NNF

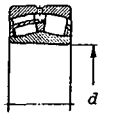
La serie SKF continua con d = 65÷100 (5 in 5), 110÷200 (20in20) 220-240.

Grazie alla grande distanza tra le corone di ruuli, sono anche adatti a reggere momenti ribaltanti.

Cuscinetti orientabili a rulli SKF

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. Pu	Veloc. gr.olio giri/1' x1000		Designaz. foro cilind. SKF	conico	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
mm			kN										
20	52	15	30,5	30,5	3,4	8	10	21304CC		0,30	2,3	3,4	2,2
25	52	18	35,7	35,7	3,9	8,5	11	22205CC	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	52	18	43,1	44,0	4,75	8,5	11	22205E	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	62	17	41,4	41,5	4,55	6,7	8,5	21305CC		0,30	2,3	3,4	2,2
30	62	20	48,9	52,0	5,4	7,5	9,5	22206CC	K	0,33	2	3	2
	62	20	61,0	64,0	6,95	7,5	9,5	22206E	K	0,31	2,2	3,3	2,2
	72	19	55,2	61,0	6,8	6	7,5	21306CC		0,27	2,5	3,7	2,5
35	72	23	67,3	73,5	8,0	6,3	8	22207CC	K	0,31	2,2	3,3	2,2
	72	23	79,9	85,0	9,3	6,3	8	22207E	K	0,31	2,2	3,3	2,2
	80	21	65,6	72,0	8,15	5,3	6,7	21307CC		0,28	2,4	3,6	2,5
40	80	23	73,6	81,5	9,15	6	7,5	22208CC	K	0,28	2,4	3,6	2,5
	80	23	89,7	98,0	10,6	6	7,5	22208E	K	0,28	2,4	3,6	2,5
	90	23	82,8	98,0	11,0	4,5	5,6	21308CC	K	0,26	2,6	3,9	2,5
	90	33	115	122	15,3	4,5	5,6	22308CC	K	0,37	1,8	2,7	1,8
	90	33	127	137	14,6	4,5	5,6	22308E	K	0,37	1,8	2,7	1,8
45	85	23	77,1	88,0	9,5	5,3	6,7	22209CC	K	0,26	2,6	3,9	2,5
	85	23	93,7	106	11,4	5,3	6,7	22209E	K	0,26	2,6	3,9	2,5
	100	25	101	114	12,9	4,3	5,3	21309CC	K	0,26	2,6	3,9	2,5
	100	36	138	160	17,0	3,8	4,8	22309CC	K	0,37	1,8	2,7	1,8
	100	36	164	183	19,3	3,8	4,8	22309E	K	0,37	1,8	2,7	1,8
50	90	23	84,5	100	11,0	5	6,3	22210CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	90	23	97,8	118	12,9	5	6,3	22210E	K	0,26	2,6	3,9	2,5
	110	27	120	140	16,0	3,6	4,8	21310CC	K	0,25	2,7	4	2,5
	110	40	176	200	21,6	3,4	4,3	22310CC	K	0,37	1,8	2,7	1,8
	110	40	199	224	24,0	3,4	4,3	22310E	K	0,37	1,8	2,7	1,8
55	100	25	99,5	118	12,9	4,5	5,6	22211CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	100	25	115	137	15,0	4,5	5,6	22211E	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	120	29	138	163	18,6	3,4	4,3	21311CC	K	0,25	2,7	4	2,5
	120	43	199	232	25,0	3,2	4	22311CC	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	120	43	235	280	30,0	3,2	4	22311E	K	0,35	1,9	2,9	1,8
60	110	28	122	146	16,3	4	5	22212CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	110	20	140	173	19,0	4,3	5,3	22212E	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	130	31	161	200	23,2	3	3,8	21312CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	130	46	235	280	30,0	3	3,8	22312CC	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	130	46	271	335	36,5	2,8	3,6	22312E	K	0,35	1,9	2,9	1,8
65	120	31	148	183	21,2	3,8	4,8	22213CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	120	31	176	216	24,0	3,8	4,8	22213E	K	0,25	2,7	4	2,5
	140	33	184	240	27,0	2,8	3,6	21313CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	140	48	253	300	32,0	2,6	3,4	22313CC	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	140	48	299	360	38,0	2,6	3,4	22313E	K	0,35	1,9	2,9	1,8
70	125	31	148	186	21,2	3,6	4,5	22214CC	K	0,23	2,9	4,4	2,8
	125	31	179	228	25,5	3,6	4,5	22214E	K	0,23	2,9	4,4	2,8
	150	35	207	270	29,0	2,6	3,4	21314CC	K	0,24	2,8	4,2	2,8
	150	51	311	380	40,0	2,4	3,2	22314CC*	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	150	51	345	430	45,0	2,2	3	22314E	K	0,33	2	3	2
75	130	31	158	208	23,6	3,4	4,3	22215CC	K	0,22	3	4,6	2,8
	130	31	184	240	26,5	3,4	4,3	22215E	K	0,22	3	4,6	2,8
	160	37	235	300	32,5	2,4	3,2	21315CC	K	0,23	2,9	4,4	2,8
	160	55	345	430	44,0	2,2	3	22315CC*	K	0,35	1,9	2,9	1,8
	160	55	385	475	48,0	2,2	3	22315E	K	0,35	1,9	2,9	1,8
80	140	33	176	228	26,0	3,2	4	22216CC	K	0,35	1,9	2,9	1,8





Esempio designazione cuscinetto 25x52x18 con foro cilindrico: Cuscinetto SKF 22205CC con foro conico: Cuscinetto SKF 22205CCK.

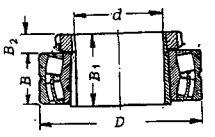
La serie SKF continua con d = 80÷100 (5in5)-110÷200 (10in10)- 220÷500 (20in20)- 530-560-600-630-670- 710- 750-800-850-900-950- 1000-1060-1120-1180.

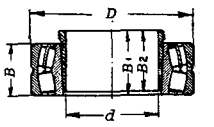
Tutti i cusc. con foro conico hanno conicità 1:12, escluso la serie 240 e 241 che hanno conicità 1:30 e suffisso K30. Cusc. con suffisso E o con suffisso sottolineato hanno scanalatura circonferenziale e tre fori di lubrificazione. Cuscinetti con guarnizioni di tenuta e cusc. per applicazioni vibranti, a richiesta. I cuscinetti orientabili a rulli hanno toller. normali.

*Designazione completa
22314CC/W33 K/W33
22315CC/W33 K/W33

segue

Cuscinetti orientabili a rulli SKF



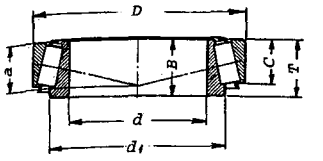


Esempio di designazione cuscinetto 40x85x23 con bussola di...
... trazione: Cuscinetto SKF 22209EK-H ... pressione: Cuscinetto SKF 22209EK-AH

Dimens. d	D	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. f.Pu	Veloc. gr.olio giri:1' x1000	Design. SKF (traz. e press.)	Bussola di trazione Des. SKF	B_1	B_2	Bussola di pressione Design. SKF	B_1	B_2	Elem. di calcolo e	Y_1	Y_2	Y_0
	mm		kN						mm			mm					
20	52	18	43,1	44,0	4,75	8,5	11	22205EK	H305	29	8			0,35	1,9	2,9	1,8
25	62	20	61,0	64,0	6,95	7,5	9,5	22206EK	H306	31	8			0,31	2,2	3,3	2,2
30	72	23	79,9	85,0	9,3	6,3	8	22207EK	H307	35	9			0,31	2,2	3,3	2,2
35	80	23	89,7	98,0	10,6	6	7,5	22208EK	H308	36	10	AH308	29	32	0,28	2,4	3,6	2,5
	90	23	82,8	98,0	11,0	4,5	5,6	21308CCK	H308	36	10	AH308	29	32	0,26	2,6	3,9	2,5
	90	33	127	137	14,6	4,5	5,6	22308EK	H2308	46	10	AH2308	40	43	0,37	1,8	2,7	1,8
40	85	23	93,7	106	11,4	5,3	6,7	22209EK	H309	39	11	AH309	31	34	0,26	2,6	3,9	2,5
	100	25	101	114	12,9	4,3	5,3	21309CCK	H309	39	11	AH309	31	34	0,26	2,6	3,9	2,5
	100	36	164	183	19,3	3,8	4,8	22309EK	H2309	50	11	AH2309	44	47	0,37	1,8	2,7	1,8
45	90	23	97,8	118	12,9	5	6,3	22210EK	H310	42	12	AHX310	35	38	0,26	2,6	3,9	2,5
	110	27	120	140	16,0	3,6	4,5	21310CCK	H310	42	12	AHX310	35	38	0,25	2,7	4	2,5
	110	40	199	224	24,0	3,4	4,3	22310EK	H2310	55	12	AHX2310	50	53	0,37	1,8	2,7	1,8
50	100	25	115	137	15,0	4,5	5,6	22211EK	H311	45	12,5	AHX311	37	40	0,24	2,8	4,2	2,8
	120	29	138	163	18,0	3,4	4,3	21311CCK	H311	45	12,5	AHX311	37	40	0,25	2,7	4	2,5
	120	43	235	280	30,0	3,2	4	22311EK	H2311	59	12,5	AHX2311	54	57	0,35	1,9	2,9	1,8
55	110	28	140	173	19,0	4,3	5,3	22212EK	H312	47	13	AHX312	40	43	0,24	2,8	4,2	2,8
	130	31	161	200	23,2	3	3,8	21312CCK	H312	47	13	AHX312	40	43	0,24	2,8	4,2	2,8
	130	46	271	335	36,5	2,8	3,6	22312EK	H2312	62	13	AHX3212	58	61	0,35	1,9	2,9	2,8
60	120	31	176	216	24,0	3,8	4,8	22213EK	H313	50	14	AH313	42	45	0,25	2,7	4	2,5
	125	31	179	228	25,5	3,6	4,5	22214EK	H314	52	14				0,23	2,9	4,4	2,8
	140	33	184	240	27,0	2,8	3,6	21313CCK	H313	50	14	AH313	42	45	0,24	2,8	4,2	2,8
	140	48	299	360	38,0	2,6	3,4	22313EK	H2313	65	14	AH2313	61	64	0,35	1,9	2,9	1,8
	150	35	207	260	29,0	2,6	3,4	21314CCK	H314	52	14				0,24	2,8	4,2	2,8
	150	51	345	430	45,0	2,2	3	22314EK	H2314	68	14				0,33	2	3	2
65	125	31	179	228	25,5	3,6	4,5	22214EK				AH314	43	47	0,22	3	4,6	2,8
	130	31	184	240	26,5	3,4	4,3	22215EK	H315	55	15				0,23	2,9	4,4	2,8
	150	35	207	260	29,0	2,6	3,4	21314CCK				AH314	43	47	0,24	2,8	4,2	2,8
	150	51	345	430	45,0	2,2	3	22314EK				AHX2314	64	68	0,33	2	3	2
	160	37	235	300	32,5	2,4	3,2	21315CCK	H315	55	15				0,23	2,9	4,4	2,8
	160	55	385	475	48,0	2,2	3	22315EK	H2315	73	15				0,35	1,9	2,9	1,8
70	130	31	184	240	26,5	3,4	4,3	22215EK				AH315	45	49	0,22	3	4,6	2,8
	140	33	207	270	29,0	3,2	4	22216EK	H316	59	17				0,22	3	4,6	2,8
	160	37	235	300	32,5	2,4	3,2	21315CCK				AH315	45	49	0,23	2,9	4,4	2,8
	160	55	385	475	48,0	2,2	3	22315EK				AHX2315	68	72	0,35	1,9	2,9	1,8
	170	39	258	335	36,0	2,2	3	21316CCK	H316	59	17				0,23	2,9	4,4	2,8
	170	58	431	540	54,0	2	2,8	22316EK	H2316	78	17				0,35	1,9	2,9	1,8
75	140	33	297	270	29,0	3,2	4	22216EK				AH316	48	52	0,22	3	4,6	2,8
	150	36	244	325	34,5	2,8	3,6	22217EK	H317	63	18				0,22	3	4,6	2,8
	170	39	258	335	36,0	2,2	3	21316CCK				AH316	48	52	0,23	2,9	4,4	2,8
	180	41	293	375	40,0	2	2,8	21317CCK	H317	63	18				0,23	2,9	4,4	2,8

La serie SKF continua con d = 80-85-90-100-110-115-125-135-140÷180 (10in10)-200÷400* (20in20)-410-430-450-470-500. (di pressione)-530-560-600.

Cuscinetti ad una corona di rulli conici SKF



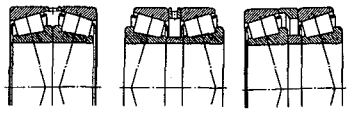
Esempio designaz. cuscinetto 35x80x22,75: Cuscinetto SKF 31307
La serie SKF continua con d = 65÷110 (5in5) 120÷200 (10 in 10), 220÷320 (20 in 20).
Sono anche disponibili (circa 400) cuscinetti a rulli conici ad una corona di rulli con dimensioni in pollici.
I tipi contrassegnati con * sono quelli usati per gli accoppiamenti (vedi pagina seg.)

Dimensioni d	D	T	B	C	a	d_1	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. Pu	Velocità rotazione gr. olio		Designazione SKF	Elem. calcolo e	Y	Y_0
			mm				kN		N	giri/min					
15	42	14,25	13	11	9	27,3	22,4	20,0	2120	9000	13000	30302	0,28	2,1	1,1
17	40	13,25	13	11	10	28	19,0	18,6	1860	9000	13000	30203	0,35	1,7	0,9
	47	15,25	14	12	10	30,4	28,1	25,0	2750	8500	12000	30303	0,28	2,1	1,1
	47	20,25	19	16	12	30,7	34,7	33,5	3650	8000	11000	32303	0,28	2,1	1,1
20	42	15	15	12	10	31,1	24,2	27,0	2700	8500	12000	32004 X	0,37	1,6	0,9
	47	15,25	14	12	11	33,2	27,5	28,0	3000	8000	11000	30204	0,35	1,7	0,9
	52	16,25	15	13	11	34,3	34,1	32,5	3600	8000	11000	30304	0,30	2	1,1
	52	22,25	21	18	14	34,5	44,0	45,5	5000	7500	10000	32304	0,30	2	1,1
22	44	15	15	11,5	11	33,4	25,1	29,0	2900	8000	11000	320/22 X	0,40	1,5	0,8
	47	17	17,5	13,5	11	34	34,1	36,5	3900	8000	11000	T2CC 022	0,33	1,8	1
25	47	15	15	11,5	11	36,5	27,0	32,5	3350	8000	11000	32005 X	0,43	1,4	0,8
	52	16,25	15	13	12	37,4	30,8	33,5	3550	7500	10000	30205	0,37	1,6	0,9
	52	19,25	18	15	16	40,2	35,8	44,0	4750	7000	9500	32205 B	0,57	1,05	0,6
	52	22	22	18	14	38,6	47,3	56,0	6000	6700	9000	32205	0,35	1,7	0,9
	62	18,25	17	13	20	45,8	38,0	40,0	4400	5600	7500	31305 *	0,83	0,72	0,4
	62	25,25	24	20	15	41,7	60,5	63,0	7100	6000	8000	32305	0,30	2	1,1
28	52	16	16	12	12	40,3	31,9	38,0	4000	7000	9500	320/28 X	0,43	1,4	0,8
	58	20,25	19	16	17	43,9	41,8	50,0	5500	6300	8500	322/28 B	0,57	1,05	0,6
30	55	17	17	13	12	49,3	35,8	44,0	4650	6700	9000	32006 X	0,43	1,4	0,8
	62	17,25	16	14	14	44,6	40,2	44,0	4800	6300	8500	30206	0,37	1,6	0,9
	62	21,25	20	17	15	45,2	50,1	57,0	6500	6300	8500	32206	0,37	1,6	0,9
	62	25	25	19,5	16	45,8	64,4	76,5	8500	5600	7500	32206	0,35	1,7	0,9
	72	20,75	19	16	15	48,4	56,1	56,0	6400	5600	7500	30306	0,31	1,9	1,1
	72	20,75	19	14	22	52,7	47,3	50,0	5850	5000	6700	31306 *	0,83	0,72	0,4
	72	28,75	27	23	18	48,7	76,5	85,0	9650	5300	7000	32306	0,31	1,9	1,1
32	58	17	17	13	14	45,6	36,9	46,5	4900	6300	8500	320/32 X	0,46	1,3	0,7
35	62	18	18	14	15	49,2	42,9	54,0	5850	6000	8000	32007 X	0,46	1,3	0,7
	72	18,25	17	15	15	51,8	51,2	56,0	6200	5300	7000	30207	0,37	1,6	0,9
	72	24,25	23	19	17	52,4	66,0	78,0	8650	5300	7000	32207 B	0,37	1,6	0,9
	72	28	28	22	18	53,4	84,2	106	11800	4800	6300	33207	0,35	1,7	0,9
	80	22,75	21	15	25	59,6	61,6	67,0	7800	4500	6000	31307 *	0,83	0,72	0,4
	80	32,75	31	25	20	54,8	95,2	106	12200	4800	6300	32307	0,31	1,9	1,1
40	68	19	19	14,5	15	54,2	52,8	71,0	7800	5300	7000	32008 X	0,37	1,6	0,9
	75	26	26	20,5	18	57,5	79,2	104	11600	5000	6700	33108	0,35	1,7	0,9
	80	19,75	18	16	16	57,5	61,6	68,0	7650	4800	6300	30208	0,37	1,6	0,9
	80	24,75	23	19	19	58,4	74,8	86,5	9800	4800	6300	32208	0,37	1,6	0,9
	80	32	32	25	21	59,7	105	132	15300	4300	5600	33208	0,35	1,7	0,9
	85	33	32,5	28	22	61,2	121	150	17300	4500	6000	T2ZZ 040	0,35	1,7	0,9
	90	25,25	23	17	28	67,1	73,7	81,5	9650	4000	5300	31308 *	0,83	0,72	0,4
	90	35,25	33	27	23	62,9	117	140	16300	4000	5300	32308	0,35	1,7	0,9

segue

Cuscinetti ad una corona di rulli conici SKF

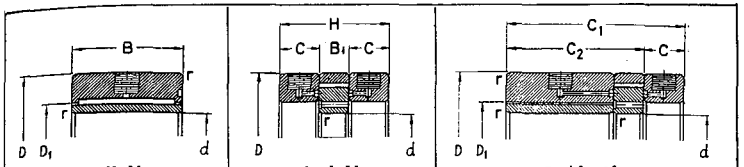
Dimensioni d	D	T	B	C	a	d_1	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. Pu	Velocità rotazione gr.	olio	Designazione SKF	Elem. calcolo e	Y	Y_0
			mm				kN		N	giri/min					
45	75	20	20	15,5	16	60,4	58,3	80,0	8800	4800	4800	32009 X	0,40	1,5	0,8
	80	26	26	20,5	19	62,7	84,2	114	12900	4500	6000	33109	0,37	1,6	0,9
	85	20,75	19	16	18	63	66,0	76,5	8650	4500	6000	30209	0,40	1,5	0,8
	85	24,75	23	19	20	64	80,9	98,0	11200	4500	6000	32209 B	0,40	1,5	0,8
	85	32	32	25	22	62,5	108	143	16300	4000	5300	33209	0,40	1,5	0,8
	95	29	26,5	20	32	74	88,7	112	12900	3600	4800	T7FC 045	0,88	0,68	0,4
	95	36	35	20	23	68,5	147	186	21200	4000	5300	T2ED 045	0,33	1,8	1
	100	27,25	25	18	31	74,7	91,3	102	12500	3400	4500	31309 *	0,83	0,72	0,4
	100	38,25	36	30	25	70,4	140	170	20400	3600	4800	32209	0,35	1,7	0,9
50	80	20	20	15,5	18	65,6	60,5	88,0	9650	4500	6000	32010 X	0,43	1,4	0,8
	80	24	24	19	17	64,9	69,3	102	11400	4500	6000	33010	0,31	1,9	1,1
	82	21,5	21,5	17	16	65,1	72,1	100	11000	4500	6000	K-JLM104948/ K-JLM104910	0,30	2,0	1,1
	85	26	26	20	20	67,9	85,8	137	13700	4300	5600	33110	0,40	1,5	0,8
	90	21,75	20	17	19	67,9	76,5	91,5	10400	4300	5600	30210	0,43	1,4	0,8
	90	24,75	23	19	21	68,5	82,5	100	11600	4300	5600	32210	0,43	1,4	0,8
	90	28	28	23	58	68,7	106	140	16300	4000	5300	K-JM205149/ K-JM205110	0,33	1,8	1
	90	32	32	24,5	57	79,7	114	160	18300	3800	5000	33210	0,40	1,5	0,8
	100	36	35	30	25	73,5	154	200	22800	3800	5000	T2ED 050	0,35	1,7	0,9
	105	32	29	22	36	81	108	137	16000	3200	4300	T7FC 050	0,88	0,68	0,4
	110	29,25	27	19	34	81,5	106	120	14300	3200	4300	31310 *	0,83	0,72	0,4
	110	42,25	40	33	27	77,7	172	212	24500	3200	4300	32310	0,35	1,7	0,9
55	90	23	23	18,5	20	72,2	78,1	112	12500	4000	5300	K-JLM506849/ K-JLM506810	0,31	1,9	1,1
	90	27	27	21	19	72,9	89,7	137	15300	4000	5300	33011	0,31	1,9	1,1
	95	30	30	23	22	75,1	110	156	18000	3800	5000	33111	0,37	1,6	0,9
	100	22,75	21	18	20	74,6	88,7	106	12200	3800	5000	30211	0,40	1,5	0,8
	100	26,75	25	21	22	75,2	106	129	15000	3800	5000	32211 B	0,40	1,5	0,8
	100	35	35	27	25	77,6	138	190	22000	3400	4500	32211	0,40	1,5	0,8
	110	39	39	32	27	81	179	232	26500	3400	4500	T2ED 055	0,35	1,7	0,9
	115	34	31	23,5	39	90	125	163	19600	3000	4000	T7FC 055	0,88	0,68	0,4
	120	31,5	29	21	68	88,4	121	137	17000	2800	3800	31311 *	0,83	0,72	0,4
	120	45,5	43	35	29	84,6	198	250	29000	3000	4000	32311	0,35	1,7	0,9
60	95	24	24	19	21	78,4	84,2	132	15000	3600	4800	K-JLM508748/ K-JLM508710	0,40	1,5	0,8
	95	27	27	21	20	77,1	91,3	143	16000	3800	5000	33012	0,33	1,8	1
	100	30	30	23	23	80,4	117	170	19000	3600	4800	33112	0,40	1,5	0,8
	110	23,75	22	19	22	81,5	99,0	114	13400	3400	4500	30212	0,40	1,5	0,8
	110	29,75	28	24	69	81,9	125	160	19000	3400	4500	32212	0,40	1,5	0,8
	110	38	38	29	27	83,3	168	236	27000	3000	4000	32212	0,40	1,5	0,8



Disposiz. X suffisso DF — Disposiz. O suffisso DB — Disp. tandem suffisso DT

Cuscinetti ad una corona di rulli conici appaiati. Sono disponibili con dimens. d= 25÷100 (5 in 5), 110÷160 (10 in 10), 180-190-200-220-240-280. Per ottenere le altre dimensioni nella disposizione ad X, si avranno come spessori 2T e 2B. Carichi di 2Co e PU. Si consiglia di utilizzare la disposizione ad X. Tolleranze normali.

Cuscinetti idrostatici SKF radiali, assiali e combinati



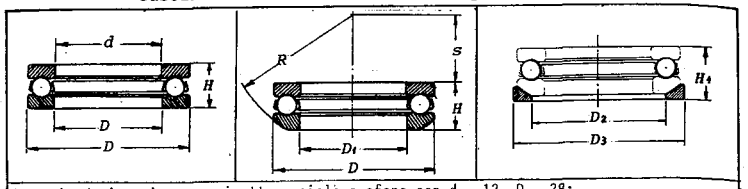
Radiali	Assiali	Combinati
Serie BHR e BHR U*	Serie BHT	Serie BHC e BHC U*
Esempio designazione cuscinetto idrostatico con d = 50, spessore velo olio = C :		
BHR 50/C1	BHT 50/C1	BHC 50/C11
*BHR 50U/C1	-	*BHC 50U/C11

Dimensioni in mm d	D	B	D1	H	C	B1	C1	C2	Capacità carico in N radiale norm. BHR	radiale lim. BHR	assiale norm. BHT	assiale lim. BHT	Coef.rigid. rad. k (2) BHR	ass. k (2) BHT	Spes.velo olio µm radiale C1 BHR	C3 BHR	C5 BHR	assiale C1 BHT	C3 BHT	C5 BHT
									BHC				BHC		BHC					
50	80	40	60	49	19	11	70	51	630p°	900p	310p°	490p	1040	430	20	30	40	25	35	45
60	95	48	70	51	19	13	80	61	880p	1260p	560p	890p	1460	780	20	30	40	25	35	45
70	110	55	80	55	20	15	90	70	1150p	1640p	650p	1030p	1920	900	20	30	40	25	35	45
80	125	60	90	63	23	17	100	77	1410p	2020p	1020p	1610p	2350	1410	25	35	45	30	40	50
90	140	70	105	61	21	19	110	89	1920p	2740p	1140p	1810p	3200	1590	25	35	45	30	40	50
100	150	78	115	63	21	21	120	99	2350p	3350p	1240p	1960p	3910	1720	30	40	50	35	45	55
110	170	85	130	77	27	23	135	108	2880p	4120p	1620p	2560p	4810	2250	30	40	50	35	45	55
120	180	95	140	75	25	25	145	120	3480p	4970p	1730p	2740p	5800	2410	30	40	50	35	45	55
130	200	100	150	83	28	27	155	127	3750p	5360p	2390p	3780p	6250	3320	30	40	50	35	45	55
140	210	110	160	91	31	29	170	139	4610p	6580p	2520p	3990p	7680	3500	30	40	50	35	45	55
150	225	118	175	93	31	31	180	149	5400p	7720p	2740p	4330p	9010	3800	35	45	55	40	50	60
160	240	125	185	97	32	33	190	158	6050p	8640p	3220p	5100p	10080	4470	35	45	55	40	50	60
170	260	130	195	105	35	35	200	165	6620p	9460p	3990p	6320p	11040	5550	35	45	55	40	50	60

** senza anello interno. (°)p=pressione d'alimentaz. della pompa in MPa. (2)Rigidezza = k·p/Δr N/µm, dove Δr = spess. velo olio in µm (C_1, C_3 oppure C_5). Diam. dell'albero per cusc. senza anello interno = D_1-2Δr (toll. h3/ITI). (0)Non di normale produzione. Possono essere forniti in numero di una certa importanza.*

La presente descrizione permette di conoscere i dati tecnici essenziali e le dimensioni necessarie nella fase di progetto; informazioni tecniche per la fase applicativa possono essere richieste alla SKF. Questi cusc. sono costruiti principalmente per l'impiego nelle macchine utensili e permettono prestazioni elevatissime, non ottenibili con altri tipi. Si impiegano quindi nei casi in cui la precisione di marcia e lo smorzamento dell'insieme supporto-mandrino sono estremamente elevate. La pressione dell'olio é prodotta da una pompa esterna che consente di mantenere sempre un velo d'olio tra le superfici di scorrimento così da ottenere una portanza costante; questa é infatti uguale a cusc. fermo come alla velocità massima. Il diametro interno e quello esterno rientrano nella serie diametrale ISO, così come i cuscinetti di precisione serie NN30K per macchine utensili. Alcuni campi di applicazione: Mandrini, portapezzo e portamola di rettifica, d'alesatrici e trapani di precisione, portapezzo e contropunte di torni di precisione. Mandrini della mola operatrice e della mola alimentatrice di rettifiche senza centri. Apparecchiature di misurazione e controllo.

Cuscinetti assiali a sfere a semplice effetto

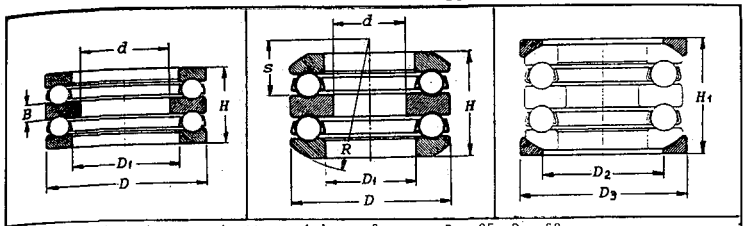


Esempio designazione cuscinetto assiale a sfere con d = 12, D = 28:

Cuscinetto SKF 51202										Cuscinetto SKF 53201					Piastra orientabil. SKF U 201
Dimensioni										Coef.car.		Car.	Fat.	Veloc.	Designazione SKF
				ralla sferica			piastra			din.stat.		lim.	car.	gr.olio	sempli-	con ral-	piast.
d	D	H	D_1	H	R	s	D_2	D_3	H_1	C	Co	Pu	min	giri/1'	ce ef-	la sfe-	orien-
				mm						hN			A	x1000	fetto	rica	tabil.
10	24	9	11	-	-	-	-	-	-	99,5	140	5,6	1,0	7	9,5	51100	-	-
	26	11	12	-	-	-	-	-	-	127	170	6,95	1,5	6	8	51200	-	-
12	26	9	13	-	-	-	-	-	-	104	153	6,2	,81	6,7	9	51101	-	-
	28	11	14	11,4	25	11,5	20	30	13	133	190	7,65	1,9	6	8	51201	53201	U201
15	28	9	16	-	-	-	-	-	-	93,6	140	5,6	1,0	6,3	8,5	51102	-	-
	32	12	17	13,3	28	12	24	35	15	165	250	6,2	3,3	5,3	7	51202	53202	U202
17	30	9	18	-	-	-	-	-	-	97,5	153	6,2	1,2	6,3	8,5	51103	-	-
	35	12	19	13,2	32	16	26	38	15	172	275	11	3,9	5	6,7	51203	53202	U203
20	35	10	21	-	-	-	-	-	-	127	208	8,5	2,2	5,6	7,5	51104	-	-
	40	14	22	14,7	36	18	30	42	17	225	375	15,3	7,3	4,5	6	51204	53204	U204
25	42	11	26	-	-	-	-	-	-	159	290	11,6	4,4	4,8	6,3	51105	-	-
	47	15	27	16,7	40	19	36	50	19	276	500	20,4	13	4	5,3	51205	53205	U205
	52	18	27	-	-	-	-	-	-	345	550	22,4	15	3,4	4,5	51305	-	-
	60	24	27	-	-	-	-	-	-	553	900	36	42	2,6	3,6	51405	-	-
30	47	11	32	-	-	-	-	-	-	168	335	13,4	5,8	4,5	6	51106	-	-
	52	16	32	17,8	45	22	42	55	20	255	475	19	11	3,6	4,8	51206	53206	U206
	60	21	32	22,6	50	22	45	62	25	377	655	26,5	22	2,8	3,8	51306	53306	U306
	70	28	32	-	-	-	-	-	-	728	1250	51	81	2	3	51406	-	-
35	52	12	37	-	-	-	-	-	-	174	375	15,3	7,3	4,3	5,6	51107	-	-
	62	18	37	19,9	50	24	60	78	22	351	670	27	23	3	4	51207	53207	U207
	68	24	37	25,6	56	24	52	72	28	494	880	35,5	40	2,4	3,4	51307	53307	U307
	80	32	37	-	-	-	-	-	-	871	1560	62	130	1,8	2,6	51407	-	-
40	60	13	42	-	-	-	-	-	-	234	500	20,4	13	3,8	5	51108	-	-
	68	19	42	20,3	56	28,5	55	72	23	468	980	40	49	2,8	3,8	51208	53208	U208
	78	26	42	28,5	64	28	60	82	31	618	1120	45	65	2	3	51308	53308	U308
	90	36	42	38,2	72	26	65	95	42	1120	2040	83	220	1,7	2,4	51408	53408	U408
45	65	14	47	-	-	-	-	-	-	242	570	22,8	16	3,4	4,5	51109	-	-
	73	20	47	21,3	56	26	60	78	24	390	800	32	33	2,6	3,6	51209	53209	U209
	85	28	47	30,1	64	25	65	90	33	761	1400	56	100	1,9	2,8	51309	53309	U309
	100	39	47	42,4	80	29	72	105	46	1300	2400	98	300	1,6	2,2	51409	53409	U409
50	70	14	52	-	-	-	-	-	-	250	630	25,5	20	3,2	4,3	51110	-	-
	78	22	52	23,5	64	32,5	55	72	26	494	1060	43	58	2,4	3,4	51210	53210	U210
	95	31	52	34,5	72	28	72	100	37	884	1730	69,5	160	1,8	2,6	51310	53310	U310
	110	43	52	45,6	90	35	80	115	50	1590	3100	125	500	1,5	2	51410	53410	U410
55	78	16	57	-	-	-	-	-	-	307	780	31	31	2,8	3,8	51111	-	-
	90	25	57	27,3	72	35	72	95	30	618	1340	54	93	1,9	2,8	51211	53211	U211
	105	35	57	39,3	80	30	80	110	42	1040	2080	83	220	1,6	2,2	51311	53311	U311
	120	48	57	-	-	-	-	-	-	1780	3600	143	670	1,3	1,8	51411	-	-
60	85	17	62	-	-	-	-	-	-	364	930	38	44	2,6	3,6	51112	-	-

La serie SKF continua con d= 65÷90 (5in5) 100÷200 (10in10) 220÷600 (20in20)530-560-600 630-670. Con ralla, d = 60÷90 (5in5) 100÷140 (10in10).

Cuscinetti assiali a sfere a doppio effetto SKF



Esempio designazione cuscinetto assiale a sfere con D = 25, D = 60:

Cuscinetto SKF 52306												Cuscinetto SKF 54306					Piastra orient. SKF U 306
Dimensioni												Coef.car.		Car.	Fat.	Veloc.	Designazione SKF
					ralla sferica			piastra				din.stat.		lim.	car.	gr.olio	sempli-	con	piast
d	D	H	D_1	B	H	R	S	D_2	D_3	H_1		C	Co	Pu	min	giri/1'	ce ef-	ralla	orien
					mm							hN			A	x1000	fetto	sfer.	tabil
10	32	22	17	5	-	-	-	-	-	-		165	250	10	3,3	5,3	7	52202	-	-
15	40	26	22	6	-	-	-	-	-	-		225	375	15,3	7,3	4,5	6	52204	-	-
20	47	28	27	7	-	-	-	-	-	-		276	500	20,4	13	4	5,3	52205	-	-
	52	34	27	8	-	-	-	-	-	-		345	550	22,4	15	3,4	4,5	52305	-	-
	70	52	32	12	-	-	-	-	-	-		728	1250	51	81	2	3	52406	-	-
25	52	29	32	7	-	-	-	-	-	-		225	475	19	11	3,6	4,8	52206	-	-
	60	38	32	9	41,3	50	19,5	45	62	46		377	655	26,5	22	2,8	3,8	52306	54306	U306
	80	59	37	14	-	-	-	-	-	-		871	1560	62	130	1,8	2,6	52407	-	-
30	62	34	37	8	37,8	50	21	37	48	42		351	670	27	23	3	4	52207	54207	U207
	68	36	42	9	38,6	56	25	42	55	44		468	980	40	49	2,8	3,8	52208	54208	U208
	68	44	37	10	47,2	56	21	52	72	52		494	880	35,5	40	2,4	3,4	52307	54307	U307
	78	49	42	12	54,1	64	23,5	42	60	59		618	1120	45	65	2	3	52308	54308	U308
	90	65	42	15	-	-	-	-	-	-		1120	2040	83	220	1,7	2,4	52408	-	-
35	73	37	47	9	-	-	-	-	-	-		390	800	32	33	2,6	3,6	52209	-	-
	85	52	47	12	56,3	64	21	47	65	62		761	1400	56	100	1,9	2,8	52309	54309	U309
	100	72	47	17	78,9	80	23,5	47	72	86		1300	2400	98	300	1,6	2,2	52409	54409	U409
40	78	39	52	9	-	-	-	-	-	-		494	1060	43	58	2,4	3,4	52210	-	-
	95	58	52	14	64,7	72	23	52	72	70		884	1730	69,5	160	1,8	2,6	52310	54310	U310
	110	-	-	18	83,2	90	30	52	80	92		1590	3100	125	500	1,5	2	-	54410	U410
45	90	45	57	10	49,6	72	32,5	57	72	55		618	1340	54	93	1,9	2,8	52211	54211	U211
	105	64	57	14	-	-	-	-	-	-		1040	2080	83	220	1,6	2,2	52311	-	-
	120	87	57	20	-	-	-	-	-	-		1780	3600	143	670	1,3	1,8	52411	-	-
50	95	46	62	10	-	-	-	-	-	-		624	1400	56	100	1,9	2,8	52212	-	-
	110	64	62	15	70,7	90	36,5	62	85	78		1010	2080	83	220	1,6	2,2	52312	54312	U312
	130	93	62	21	-	-	-	-	-	-		1990	4000	160	830	1,1	1,6	52412	-	-
55	100	47	67	10	-	-	-	-	-	-		637	1500	60	120	1,8	2,6	52213	-	-
	115	65	67	15	-	-	-	-	-	-		1060	2200	88	250	1,5	2	52313	-	-
	125	72	72	16	-	-	-	-	-	-		1350	3000	118	470	1,4	1,9	52314	-	-
60	110	47	77	10	-	-	-	-	-	-		676	1700	68	150	1,7	2,4	52215	-	-
	135	79	77	18	-	-	-	-	-	-		1630	3600	140	670	1,2	1,7	52315	-	-
65	115	48	82	10	-	-	-	-	-	-		761	1900	76,5	190	1,7	2,4	52216	-	-
	140	79	82	18	86,1	112	45,5	82	110	95		1590	3600	137	670	1,2	1,7	52316	54316	U316
	170	-	-	27	128,5	125	30,5	83	125	140		2700	6200	224	2000	,85	1,2	-	54416	U416
70	125	55	88	12	-	-	-	-	-	-		975	2500	98	330	1,6	2,2	52217	-	-
	150	-	-	19	92,5	112	39	88	115	105		1900	4250	160	940	1,1	1,6	-	54317	U317
75	135	62	93	14	-	-	-	-	-	-		1190	3000	114	470	1,5	2	52218	-	-
80	210	-	-	33	159,9	160	43,5	155	220	176		3710	9650	31,5	4800	0,7	,95	-	54420	U420
85	150	67	103	15	-	-	-	-	-	-		1240	3200	114	530	1,3	1,8	52220	-	-

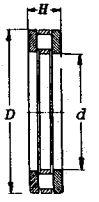
La serie SKF continua con d = 95-100÷150 (10 in 10).

Cuscinetti assiali a rulli cilindrici SKF

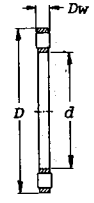
Dimensioni d	D	H	d_1	D_1	Dw	B	Coef.car. din.stat. C	Co	Car. lim. Pu	Fatt car. min A	Veloc. lubrif. gr.	olio x100	Designazione cusc. com	*	o	•
mm							hN									
15	28	9	28	16	3,5	2,75	112	270	24,5	,058	32	43	81102	K	WS	GS
17	30	9	30	18	3,5	2,75	122	315	28,5	,079	32	43	81103	K	WS	GS
20	35	10	35	21	4,5	2,75	186	480	46,5	0,18	28	38	81104	K	WS	GS
25	42	11	42	26	5	3	250	695	68	0,39	22	32	81105	K	WS	GS
30	47	11	47	32	5	3	270	780	76,5	0,49	20	30	81106	K	WS	GS
	52	16	52	32	7,5	4,25	500	1340	134	1,4	17	24	81206	K	WS	GS
35	52	12	52	37	5	3,5	290	930	91,5	0,69	19	28	81107	K	WS	GS
	62	18	62	37	7,5	5,25	620	1900	193	2,9	15	20	81207	K	WS	GS
40	60	13	60	42	6	3,5	425	1370	137	1,5	17	24	81108	K	WS	GS
	68	19	68	42	9	5	830	2550	265	5,2	14	19	81208	K	WS	GS
45	65	14	65	47	6	4	405	1320	132	1,4	16	22	81109	K	WS	GS
	73	20	73	47	9	5,5	865	2700	280	5,8	13	18	81209	K	WS	GS
50	70	14	70	52	6	4	475	1660	166	2,2	16	22	81110	K	WS	GS
	78	22	78	52	9	6,5	915	3000	310	7,2	12	17	81210	K	WS	GS
55	78	16	78	57	6	5	695	2850	290	6,5	14	19	81111	K	WS	GS
	90	25	90	57	11	7	1220	3900	400	12	9,5	14	81211	K	WS	GS
60	85	17	85	62	7,5	4,75	800	3000	305	7,2	13	18	81112	K	WS	GS
	95	26	95	62	11	7,5	1370	4650	475	17	9,5	14	81212	K	WS	GS
65	90	18	90	67	7,5	5,25	830	3200	325	8,2	12	17	81113	K	WS	GS
	100	27	100	67	11	8	1400	4900	500	19	9	13	81213	K	WS	GS
70	95	18	95	72	7,5	5,25	865	3450	345	9,5	12	17	81114	K	WS	GS
	105	27	105	72	11	8	1460	5300	550	22	9	13	81214	K	WS	GS
75	100	19	100	77	7,5	5,75	750	2900	290	6,7	11	16	81115	K	WS	GS
	110	27	110	77	11	8	1250	4400	450	15	8,5	12	81215	K	WS	GS
80	105	19	105	82	7,5	5,75	765	3000	305	7,2	10	15	81116	K	WS	GS
	115	28	115	82	11	8,5	1600	6100	630	30	8,5	12	81216	K	WS	GS
85	110	19	110	87	7,5	5,75	765	3100	315	7,7	10	15	81117	K	WS	GS
	125	31	125	88	12	9,5	1530	5500	570	24	8	11	81217	K	WS	GS
90	120	22	120	92	9	6,5	1040	4150	425	14	9	13	81118	K	WS	GS
	135	35	135	93	14	10,5	2320	8650	900	60	7,5	10	81218	K	WS	GS
100	135	25	135	102	11	7	1460	5850	570	27	8,5	12	81120	K	WS	GS
	150	38	150	103	15	11,5	2240	8300	815	55	6,7	9	81220	K	WS	GS
110	145	25	145	112	11	7	1530	6300	610	32	8	11	81122	K	WS	GS
	160	38	160	113	15	11,5	2400	9150	900	67	6,3	8,5	81222	K	WS	GS
120	155	25	155	122	11	7	1600	6800	640	37	8	11	81124	K	WS	GS
	170	39	170	123	15	12	2450	9650	915	74	6	8	81224	K	WS	GS
130	170	30	170	132	12	9	1830	7800	735	49	7	9,5	81126	K	WS	GS
	190	45	187	133	19	13	3350	12500	1180	130	5,3	7	81226	K	WS	GS
140	180	31	178	142	12	9,5	1930	8500	765	58	6,7	9	81128	K	WS	GS
	200	46	197	143	19	13,5	3600	14000	1290	160	5,3	7	81228	K	WS	GS
150	190	31	188	152	12	9,5	2000	9000	815	65	6,3	8,5	81130	K	WS	GS
	215	50	222	163	21	14,5	4650	19000	1700	290	4,8	6,3	81230	K	WS	GS
160	200	31	198	162	12	9,5	2040	9650	850	74	6,3	8,5	81132	K	WS	GS
	225	51	222	163	21	15	4800	20000	1760	320	4,5	6	81232	K	WS	GS
170	215	34	213	172	14	10	2600	11800	1040	110	6	8	81134	K	WS	GS
	240	55	237	173	22	16,5	5400	22800	2000	420	4,3	5,6	81234	K	Ws	GS
180	225	34	222	183	14	10	2700	12700	1100	130	5,6	7,5	81236	K	WS	GS
	250	56	247	183	22	17	5500	24000	2040	460	4,3	5,6	81236	K	WS	GS
190	240	37	237	193	15	11	3100	14600	1250	170	5,3	7	81138	K	WS	GS
	270	62	267	194	26	18	6950	29000	2500	670	3,8	5	81238	K	WS	GS

La serie SKF continua con d = 200÷500 (20 in 20)-530-560-600-630.

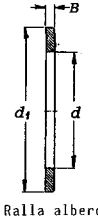
Esempio design. cuscin. 15x28x9:



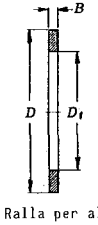
Cuscin. completo 15x28x9: 81102



*Gabbia assiale: Gabbia assiale SKF K 81102

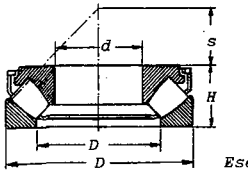


° Ralla albero: Ralla SKF WS 81102

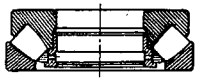


• Ralla per alloggiamento: Ralla SKF GS 81102

Cuscinetti assiali orientabili a rulli SKF



Esec. E



Esempio designazione cuscinetto 100x170x42: Cuscinetto SKF 29320 E

Dimensioni d	D	H	s	D_1	Coeffic. dinamico C N	carico statico Co N	Carico limite fatica Pu (N)	Fatt. car. min. A	Velocità lubrific. gras. giri/min	olio giri/min	Design. SKF
		mm									
60	130	42	38	85,5	345000	915000	114000	79	1800	2600	29412 E
65	140	45	42	91,5	397000	1080000	137000	110	1700	2400	29413 E
70	150	48	44	99	449000	1250000	153000	150	1600	2200	29414 E
75	160	51	47	105,5	518000	1430000	173000	190	1600	2200	29415 E
80	140	54	50	112,5	575000	1630000	193000	250	1500	2000	29416 E
85	150	39	50	109,5	334000	1060000	129000	110	1600	2200	29317 E
	180	58	54	121	633000	1800000	212000	310	1300	1800	29417 E
90	155	39	53	115	345000	1080000	132000	110	1600	2200	29318 E
	190	60	56	127,5	702000	2000000	232000	380	1300	1800	29418 E
100	170	42	58	127,5	408000	1290000	156000	160	1500	2000	29320 E
	210	67	62	141,5	863000	2500000	275000	590	1100	1600	29420 E
110	190	48	64	140	535000	1730000	204000	280	1300	1800	29322 E
	230	73	69	155,3	1010000	3000000	325000	860	950	1400	29422 E
120	210	54	70	154,5	656000	2120000	245000	430	1100	1600	29324 E
	250	78	74	171	1170000	3450000	375000	1100	900	1300	29424 E
130	225	58	76	125,5	753000	2500000	280000	590	1000	1500	29326 E
	270	85	81	184,5	1380000	4050000	430000	1600	850	1200	29426 E
140	240	60	82	177	845000	2850000	315000	770	950	1400	29328 E
	280	85	86	194,5	1400000	4300000	455000	1800	850	1200	29428 E
150	215	39	80	177	345000	1370000	146000	180	-	1800	29230
	250	60	87	190	863000	2850000	315000	770	950	1400	29330 E
	300	90	92	207,5	1610000	5100000	520000	2500	800	1100	29430 E
160	225	39	87	188	357000	1460000	156000	200	-	1700	29232
	270	67	92	203	1010000	3450000	375000	1100	850	1200	29332 E
	320	95	99	223,5	1790000	5600000	570000	3000	750	1000	29432 E
170	240	42	93	201	408000	1660000	176000	260	-	1800	29234
	280	67	96	215	1050000	3550000	365000	1200	850	1200	29334 E
	340	103	104	236	2020000	6550000	640000	4100	700	950	29434 E
180	250	42	97	245	420000	1760000	186000	290	-	1600	29236
	300	73	103	227	1240000	4300000	440000	1800	800	1100	29336 E
	360	109	110	250	2250000	7350000	710000	5100	670	900	29436 E
190	270	48	103	226	518000	2200000	212000	440	-	1400	29238 E
	320	78	110	243,5	1400000	4750000	490000	2100	750	1000	29338 E
	380	115	117	264,5	2480000	8000000	765000	6100	630	850	29438 E
200	280	48	108	236	535000	2280000	232000	490	-	1400	29240
	340	85	116	257	1610000	5500000	550000	2900	700	950	29340 E
	400	122	122	277,5	2760000	9000000	850000	7700	600	800	29440 E
220	300	48	117	254	546000	2400000	240000	550	-	1300	29244
	360	85	125	273,5	1730000	6300000	610000	3800	700	950	29344 E

La serie SKF continua con d = 240-500 (20 in 20)-530-560-600-630-670-710-750-800-850-950-1000-1060-1120.

Cuscinetti di precisione SKF

La SKF produce numerosi tipi di cuscinetti di elevata precisione per macchine utensili, ad esempio per l'applicazione sui mandrini. I cuscinetti idonei a tale scopo devono presentare alta precisione di marcia ed elevata rigidezza oltre ad una bassa coppia d'attrito se si vuole ottenere una lavorazione molto accurata, con basse temperature ed elevate velocità. Ne diamo qui un riassunto del catalogo "Cuscinetti di precisione" che può essere richiesto alla SKF dagli interessati a questi tipi di cuscinetti

Cuscinetti di precisione:	Rappresentazione	Dim. d mm	Coef. carico C hN	Coef. carico Co hN	C.l.f. Pu N	Veloc. grasso giri/1'	Lubrif. olio giri/1'
Obliqui a sfere (1) toll. P4A(Stand.) PA9A		8 ÷ 220	29,8 3450	11,6 4800	48 12000	70000 3800	110000* 5600*
Obliqui a sfere di elevata precis. toll.PA9B		8 ÷ 40	25,5 146	9 86,5	38 365	170000* 45000*	
A rulli cilindrici una corona toll.SP(Stand.)		40÷ 200	251 3190	280 5300	3200 53000	15000 3200	17000* 3600*
A rulli cilindrici a due corone foro conico, toll. UP		25÷ 600	260 35800	300 102000	3100 900000	19000 800	22000* 900*
A rulli conici (T4CB e T4DB)CLC-CLB		20÷ 240	242 4290	270 8150	2700 73500	8500 900	12000* 1300*
A rulli conici incrociati		150÷ 1270	952 13000	3200 93000	32000 500000	800 70	1100 95
Assiali obliqui a sfere semplice effetto		12÷ 101,6	90 520	134 1860	500 6200	4000 1900	5300 2200
Assiali obliqui a sfere a doppio effetto (2) toll. SP(Stand.) (BTA-B) SPA-UP		30÷ 207	150 2650	380 11000	1400 25500	12000 1900	15000* 2400*

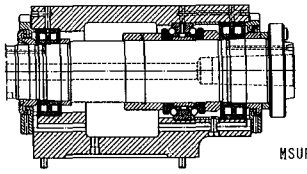
* = lubrificato con olio-aria.

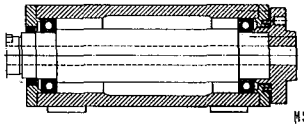
Cuscinetti appaiati con disposizionead O, X, tandem, combinata

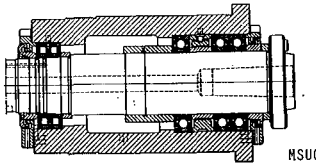
(1) tre gruppi di 3 cuscinetti
cinque gruppi di 4 cuscinetti
cinque gruppi di 5 cuscinetti

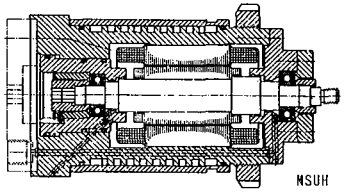
(2) tre gruppi di 2 cuscinetti
tre gruppi di 3 cuscinetti
cinque gruppi di 4 cuscinetti.

Alcune disposizioni per unità mandrino


MSUP

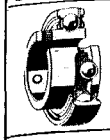

MSUA


MSUC

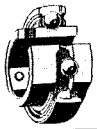

MSUH

Sopporti Y e Cuscinetti Y

Serie cuscinetti Y

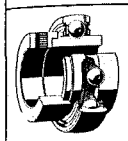


Serie YAT2
d = 12 ÷ 100 mm, 1/2÷1,3/4"
C = 73500 ÷ 95000 N
Co = 4750 ÷ 93000 N
Pu = 140 ÷ 2320 N
Vel.base 9500÷1900 giri/1'

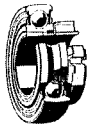


Serie YAR2-2F*,YAJ2-2RF
d = 12 ÷ 100 mm, 1/2 ÷ 4"
C, Co, Pu come per YAT2.
Serie YAR-2RF/HV, 2RF/HVGFA
acc. inox D = 20 ÷ 40 mm
Vel.base 6000÷1100 giri/1'

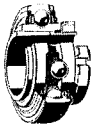
Serie YET2(mm,poll.)YET10mm
d = 12÷60 mm, 5/8÷2,7/16"
C = 7350 ÷ 40500 N
Co = 4750 ÷ 36000 N
Pu = 140 ÷ 1060 N
Vel.base 1500÷300 giri/1'



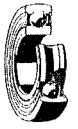
Serie YEL2, YEL2-2RF
d = 12÷60 mm, 5/8÷2,7/16"
C = 7350 ÷ 40500 N
Co = 4750 ÷ 36000 N
Pu = 140 ÷ 1060 N
Vel.base 950 ÷ 190



Serie 3620 con buss. traz.
d = 20-25-30-35-40 mm
C = 12700 ÷ 29600 N
Co = 6950 ÷ 19600 N
Pu = 290 ÷ 830 N
Vel.base 8500÷48000 giri/1'



Serie YSA2 -2F -2RF
d = 20 ÷ 80 mm
C = 14000 ÷ 95600 N
Co = 7800 ÷ 72500 N
Pu = 232 ÷ 1960 N
Vel.base 7000÷2000 giri/1'



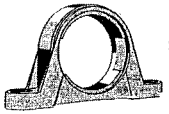
Serie 17262, 17263-2RS1
d = 15 ÷ 50 mm
C = 7800 ÷ 61800 N
Co = 3750 ÷ 38000 N
Pu = 160 ÷ 1600 N
Vel.base 7000÷2000 giri/1'

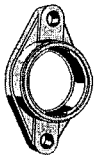
SerieYFE-2RF
d = 35-40-45-50 mm
C = 25500 ÷ 35100 N
Co = 15300 ÷ 23200 N
Pu = 455 ÷ 625 N
Vel.base 3200÷2200 giri/1'

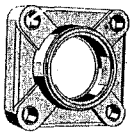
* A richiesta senza 2F.

Sopporto Y - TECH

Sopporti T-TECH di poliammide 6 stabilizzato e rinforzato con fibre di vetro, intercambiabili con quelli in ghisa, non richiedono manutensione, possono avere cuscinetti normali, inox o zincati.

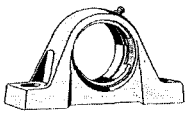

SIK5

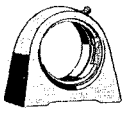

FYTBK5

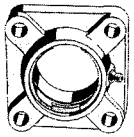

FIK5

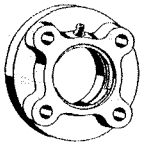
Sopporto Y con corpo di ghisa

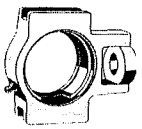
Sopporti Y corpo in ghisa. Unità molto robuste in un solo pezzo, muniti di ingrassatore; i corpi reggono gli stessi carichi dei cusc. Per condizioni di lavoro molto gravose

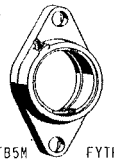

SY5M, SYJ5, SIN5


SYF5


FY5M, FYJ5, FIN5


FY5


TU5M


FYTB5M FYTF5 FYTJ5

Sono anche disponibili sopporti a Y con corpo di lamiera stampata per applicazioni leggere nelle versioni: ritti, flangia rotonda, triangolare, ovale. Sono trattati galvanicamente. Il catalogo"SopportiY" può essere richiesto alla SKF.

Sfere - Rulli - rullini SKF

Le **sfere SKF** di acciaio al cromo, sono costruite con queste durezze

Diametro sfera mm		Durezza HRC
-	12,7	63...66
12,7	50,8	62...65
50,8	70	60...64
70	120	58...62

e in 10 gradi di tolleranza (µm).

Grado	Ø da	a	VDws	tDw	Ra (µm)
G3	-	12,7	0,08	0,08	0,012
G5	-	12,7	0,13	0,13	0,020
G10	-	25,4	0,25	0,25	0,025
G16	-	25,4	0,4	0,4	0,032
G20	-	25,4	0,5	0,5	0,040
G28	25,4	50,8	0,7	0,7	0,050
G40	-	101,6	1	1	0,080

dove: VDws = variazione Ø sfera. tDw = scost. dalla forma sferica. Ra = rugosità superf. ISO/R468. Seguono, con valori di tolleranza crescenti, G100, 200, 500, 600. La SKF costruisce anche sfere in acc. inox, ottone, bronzo e di altri materiali (p.es. ceramica).

Diametri delle sfere

0,4	3,969	7,144	22,225	28,575	36
0,5	4	7,5	22,5	30	36,512
1	4,5	7,938	23	30,162	38
1,5	4,762	8	23,812	31,750	38,100
1,588	5	8,5	24	32	39,688
2	5,5	8,731	25	33	40
2,381	5,556	9	25,400	33,338	41,275
2,5	6	9,525	26	34	42,862
3	6,350	10	26,988	34,925	44,450
3,175	6,5	10,319	28	35	45
3,5	7				

Designazione di una sfera di acciaio al cromo Ø 5 mm, grado G5: Sfera SKF RB-5-G5

Rulli cilindrici SKF, acc. al Cr, durezza 58-65 HRC. Verso le testate, la superf. cilindr. é leggermente rastremata per evitare dannose concentrazioni di pressione ai bordi.

Precisione dimensionale (in µm)

Diametro		Scostamen.		Toll. di selezionatura
>	a	sup.	inf.	
-	26	+7	-9	2
26	40	+7,5	-10,5	3
Lunghezza				
-	48	+9	-15	6
48	65	+5	-33	10

Precisioni più elevate: suff. SP.

Ø	L	Ø	L	Ø	L	Ø	L	Ø	L
3	5	5	8	7	10	25	25	34	34
3,5	5	5	10	7	14	25	36	34	55
3,5	8	5,5	5,5	7,5	7,5	26	26	36	36
4	4	5,5	8	7,5	11	26	40	36	58
4	6	6	6	8	8	28	28	38	38
4	8	6	8	8	12	28	44	38	62
4,5	6	6	12	9	9	30	30	40	40
5	5	6,5	6,5	9	14	30	48	40	65
5	6	6,5	9	10	10	32	32	-	-
5	7	7	7	10	14	32	52	-	-

Designazione di un rullo cilindrico avente Ø = 4,5, L = 6 mm: Rullo cilindrico SKF RC 4,5x6.

I **rullini SKF** sono di acciaio al cromo ed hanno una durezza compresa tra 58 e 65 HRC. Sono disponibili in due esecuzioni, una con testate sferiche, esecuzione B, e quella BF con testate piane. Le testate dell'esecuzione B sono proporzionate in modo che i rullini possono ruotare tra due superfici piane disposte ad una distanza L una dall'altra senza bloccarsi. Le superficie cilindriche dei rullini di entrambe le esecuzioni sono leggermente rastremate per evitare le dannose concentrazioni di pressione ai bordi.

Grado	Scostam. diam. sup.	inf.	Toll. gruppi di selezion.
G2	0	-10	2
G3	0	-10	3
G5	0	-10	5

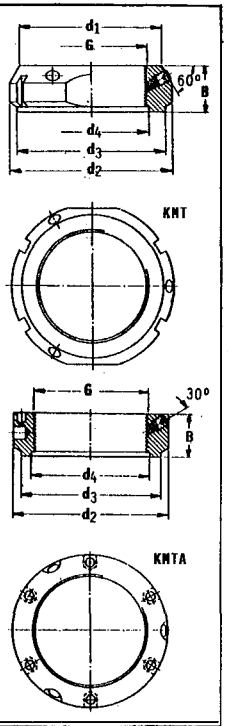
Dimensioni

D	L	D	L	D	L	D	L
1,5	5,8	2	15,8	2,5	17,8	3	17,8
1,5	7,8	2	17,8	2,5	19,8	3	19,8
1,5	9,8	2	19,8	2,5	21,8	3	23,8
1,5	11,8	2	21,8	2,5	23,8	3	27,8
1,5	13,8	2,5	7,8	3	9,8	3,5	29,8
2	7,8	2,5	9,8	3	11,8	3,5	34,8
2	9,8	2,5	11,8	3	13,8	4	39,8
2	11,8	2,5	13,8	3	15,8	5	49,8
2	13,8	2,5	15,8				

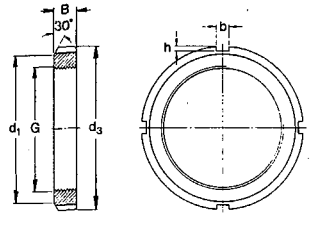
Designazione di un rullino con testata sferica Ø = 2, L = 7,8, G2: Rullino SKF RN-2x7,8 B - G2. lo stesso con testate piane: Rullino SKF RN-2x7,8 BF - G2.

Ghiere di bloccaggio a viti di pressione SKF

M G	passo KMT	passo KMTA	Dimensioni KMT d_1	d_2	d_3	d_4	B	KMTA d_2	d_3	d_4	B	Car. ass. kN	Design. KMT... KMTA...
10	,75	-	21	28	23	11	14	-	-	-	-	35	..0
12	1	-	23	30	25	13	14	-	-	-	-	40	1
15	1	-	26	33	28	16	16	-	-	-	-	60	2
17	1	-	29	37	33	18	18	-	-	-	-	80	3
20	1	-	32	40	35	21	18	-	-	-	-	90	4
25	1,5	1,5	36	44	39	26	20	42	35	26	20	130	5
30	1,5	1,5	41	49	44	32	20	48	40	32	20	160	6
35	1,5	1,5	46	54	49	38	22	53	47	38	20	190	7
40	1,5	1,5	56	65	59	42	22	58	52	42	22	210	8
45	1,5	1,5	61	70	64	48	22	68	58	48	22	240	9
50	1,5	1,5	65	75	68	52	25	70	63	52	24	300	10
55	2	1,5	74	85	78	58	25	75	70	58	24	340	11
60	2	1,5	78	90	82	62	26	84	75	62	24	380	12
65	2	1,5	83	95	87	68	28	88	80	68	25	460	13
70	2	1,5	88	100	92	72	28	95	86	72	26	490	14
75	2	1,5	93	105	97	77	28	100	91	77	26	520	15
80	2	2	98	110	100	83	32	110	97	83	30	620	16
85	2	2	107	120	110	88	32	115	102	88	32	650	17
90	2	2	112	125	115	93	32	120	110	93	32	680	18
95	2	2	117	130	120	98	32	125	114	98	32	710	19
100	2	2	122	135	125	103	32	130	120	103	32	740	20
110	2	2	132	145	134	112	32	140	132	112	32	800	22
120	2	2	142	155	144	122	32	155	142	122	32	860	24
130	2	3	152	165	154	132	32	165	156	132	32	920	26
140	2	3	162	175	164	142	32	180	166	142	32	980	28
150	2	3	172	185	174	152	32	190	180	152	32	1040	30
160	3	3	182	195	184	162	32	205	190	162	32	1100	32
170	3	3	192	205	194	172	32	215	205	172	32	1160	34
180	3	3	202	215	204	182	32	230	215	182	32	1220	36
190	3	3	212	225	214	192	32	240	225	192	32	1280	38
200	3	3	222	235	224	202	32	245	237	202	32	1340	40

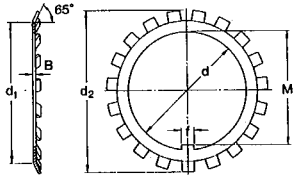


Ghiere di bloccaggio



Ghiere tipo KM e KML con filett. metrica ISO (toll. 6H) dimensioni M10x0,75-12-15-17-20x1. M25-30-35-40-45-50X1,5. M55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-105-110-115-120-125-130-135-140-145-150x2.
M155-160-165-170-180-190-200x3.
Tipi con G da 205x4 a 650x6 con filettatura trapezia ISO (toll. 7H).

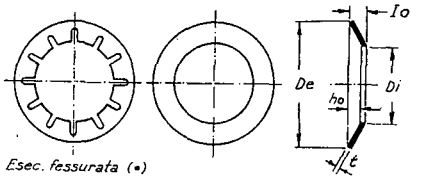
Rosette di sicurezza



Rosette di sicurezza esecuzione MB e MBL per ghiere, aventi d = 10-12-15-17-20÷165 (5 in 5) 170÷200 (10 in 10) 220÷280 (20 in 20).
Esecuzione MS per ghiere più grandi, con graffe di fermo.
Le rosette di sicurezza sono costruite di lamiera imbutita.

Molle a tazza reggispinta per precarico assiale dei cuscinetti

Rappres. GANDINI S.p.a. Via Monte Nevoso 13 -20131 Milano 02/70638989 Fax 02/70632400



Esec. fessurata (•)

A grandi variaz. di freccia corrispondono piccole variaz.di carico. In acciaio da molle alta qualità. A richiesta, acc. inox, materiali speciali per temp. da -20 a 800°C Inconel, Duraterm, bronzo, leghe al berillio, Nimonic 90, ecc. Es. des. Molla BAUER 9,8x6,2x0,15

De	Di	t	Io	0,75 ho(N)	Riferimento cuscinetto
9,8	6,2	0,15•	0,60	13	623
		0,20	0,40	24	
12,8	7,2	0,20•	0,65	18	624
		0,25	0,50	29	
15,8	8,2	0,25•	0,75	20	625 634
		0,25	0,55	23	
18,8	9,2	0,25•	1,00	20	626 635
		0,30	0,65	31	
18,8	10,2	0,25•	1,05	24	607
		0,35	0,70	51	
21,8	12,3	0,25•	1,25	24	608 627
		0,35	0,75	46	
23,7	14,3	0,30•	1,30	25	609
		0,40	0,90	80	
25,7	14,3	0,30•	1,40	28	6000 629
		0,40	0,90	64	
27,7	17,3	0,35•	1,45	31	6001
		0,40	1,00	80	
29,7	17,3	0,35•	1,55	32	6200
		0,40	1,10	82	
31,7	20,4	0,35•	1,55	33	6002 6201
		0,40	1,10	81	
34,6	20,4	0,35•	1,65	32	6300
		0,40	1,10	61	
34,6	22,4	0,35•	1,55	32	6003 6202
		0,50	1,20	119	
36,6	20,4	0,40•	1,90	35	6301
		0,50	1,30	111	
36,6	25,5	0,40•	1,90	37	6203
		0,50	1,30	111	
41,6	25,5	0,45•	2,05	39	6004 6302
		0,50	1,40	114	
46,5	30,5	0,45•	2,05	44	6005 6204 6303
		0,60	1,50	155	
51,5	35,5	0,45•	2,10	47	6205 6304
		0,60	1,50	135	
54,5	40,5	0,45•	2,15	53	6006
		0,60	1,50	140	
61,5	40,5	0,55•	2,55	54	6007 6206 6305
		0,70	1,80	186	
67,5	50,5	0,50•	2,60	78	6008
		0,70	1,70	160	

De	Di	t	Io	0,75 ho(N)	Riferimento cuscinetto
71,5	45,5	0,60•	2,90	74	6306
		0,70	2,10	185	
71,5	50,5	0,60•	2,90	127	6207
		0,70	2,10	217	
74,5	55,5	0,60•	2,90	91	6009
		0,80	1,90	212	
79,5	50,5	0,70•	3,10	83	6307
		0,80	2,30	228	
79,5	55,5	0,70•	2,90	127	6010 6208
		0,80	2,90	264	
84,5	60,5	0,75•	3,15	78	6209
		0,90	2,50	357	
89,5	60,5	0,80•	3,30	104	6308
		0,90	2,50	288	
89,5	65,5	0,80•	3,40	189	6011 6210
		0,90	2,50	333	
94,5	75,5	0,80•	3,45	206	6012
		1,00	2,20	325	
99	65,5	1,00	2,60	293	6309
	70,5	1,00	260	333	6013 6211
109	70,5	1,25	2,70	356	6310
	75,5	1,25	2,70	394	6014 6212
114	90,5	1,25	2,45	396	6015
119	75,5	1,25	2,80	319	6311
	85,5	1,25	2,80	391	6213
124	90,5	1,25	3,00	441	6016 6214
129	85,5	1,25	3,20	402	6312
	95,5	1,25	3,20	441	6017 6215
139	90,5	1,25	3,25	353	6313
	101	1,25	3,25	427	6018 6216
149	95,5	1,50	3,20	380	6314
	106	1,50	3,20	448	6020 6217
159	101	1,50	3,50	409	6315
	111	1,50	3,50	477	6021 6218
169	111	1,50	3,80	472	6316
	121	1,50	3,80	542	6022 6219
179	121	2,00	4,20	861	6317
	126	2,00	4,20	934	6024 6220
189	121	2,00	4,30	760	6318
	131	2,00	4,30	849	6221
198	131	2,00	4,50	813	6319
	141	2,00	4,50	917	6026 6222

Cuscinetti a sfere con sensori integrati

I cuscinetti con sensori integrati sono ora realtà grazie alla realizzazione e commercializzazione dei cuscinetti "intelligenti" per mozzi messi a punto per l'industria automobilistica in conformità alle prescrizioni degli impianti ABS. Il concetto di integrazione dei sensori ha ora un significato più ampio che interessa altri tipi di cuscinetti tra cui quelli radiali a sfere. Questa tecnica aiuta a soddisfare la crescente esigenza di acquisizione dati nel campo della meccanica generale, con particolare riferimento al settore dell'automazione e del monitoraggio elettronico continuo di particolari o lavorazioni nell'ambito della manutenzione preventiva.

L'integrazione dei sensori nei cuscinetti diminuisce il numero complessivo di componenti, il che a sua volta semplifica il montaggio con conseguente riduzione del peso, del volume, e non poco del costo, oltre che maggiore affidabilità globale

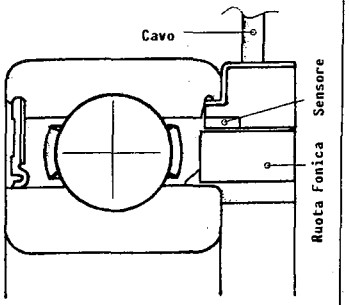


Fig.1-Cusc. a sfere con sensore integrato

Come indicato in fig. 1, i cuscinetti radiali a sfere con **sensore integrato** comprendono: il cuscinetto normale, la ruota fonica magnetica, 1 o 2 sensori secondo i dati richiesti, il cavo di collegamento. Il cuscinetto funziona in base al seguente principio: La ruota fonica comprende una serie di poli **nord** e **sud** che agiscono come un anello dentato collocato all'interno di un campo magnetico. Il sensore é montato sull'anello interno del cuscinetto; alla rotazione di quest'ultimo, la Ruota Fonica interseca il sensore realizzato in modo da rispondere alle variazioni di campo magnetico generate da ciascun cambio di polarità. Il sensore trasmette

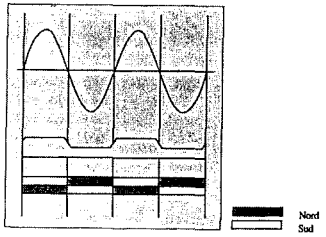


Fig.2 - Analogia tra ruota dentata e ruota fonica magnetica.

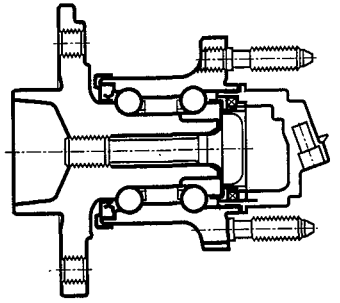
un segnale la cui frequenza é in funzione del numero di variazioni di polarità al secondo. E' quindi possibile misurare il movimento rotatorio di un anello rispetto all'altro. Il cavo di collegamento trasmette il segnale ad un dispositivo elettronico che lo elabora al fine di consentire la misurazione e l'utilizzo dei dati

- Applicazioni - L'opportuna elaborazione dei segnali del sensore durante la rotazione del cuscinetto permette di rilevare le condizioni di arresto e moto, la velocità, l'accelerazione angolare, il numero di giri, la distanza percorsa.L'inserimento di un secondo sensore offre la possibilità di determinare il senso di rotazione I cuscinetti con sensori integrati servono per svariate applicazioni tra cui: Sistemi di controllo per l'automazione del funzionamento di vari impianti, manutenzione preventiva, ove occorre un controllo continuo dei punti critici. Si applicano su: motori elettrici per rilevare: velocità, accelerazione, numero giri o senso di rotazione. Cambi, motoriduttori o **differenziali per rilevare: velocità, senso** di rotazione per la sincronizzazione. Attuatori lineari, rilevamento degli spostamenti angolari per il controllo posizionale. Alberi o mandrini per rilevare: velocità angolare, senso di rotazione o numero di giri.

(Da Evolution, periodico SKF).

Unità mozzo ruota HBU 3 con sensore ABS integrato

*L'unità mozzo **HBU 3** avrà un ruolo sempre più determinante nei cuscinetti per mozzi del futuro.*
*I sistemi antibloccaggio **ABS** dei veicoli sfruttano l'azione dei sensori in grado di registrare la frequenza di rotazione delle ruote ed elaborano i segnali in modo da influire sulla pressione esercitata dai freni. E' anche possibile includere altre funzioni, per esempio il controllo dell'antipattinamento (controllo trazione).*
*L'attività futura comprenderà anche la realizzazione di una **HBU 3** per le ruote motrici con sensore **ABS** integrato.*



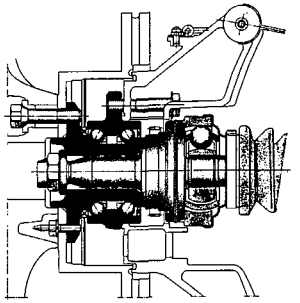
Unità mozzo ruota HBU 3 con sensore ABS

I dispositivi antibloccaggio (ABS) offrono un notevole apporto alla sicurezza attiva dei veicoli. Gli studi più recenti indicano che a partire dal **2000** tutte le autovetture e i veicoli commerciali leggeri avranno i freni con **ABS** in dotazione normale. L'integrazione dei sensori ABS nei cuscinetti per mozzi ha portato una serie di vantaggi, il più interessante dei quali per le case automobilisti - che é costituito dalla riduzione dei costi, resa possibile grazie a:
- Principio costruttivo
- Montaggio semplificato
- Eliminaz. della verifica del segnale
- Assenza di lavoraz. fissaggio sensore.

Il "sensore ad anello" integrale proposto dalla SKF funge da sensore ABS passivo in base al principio dell'induzione. Una ruota fonica a 29 denti interseca il campo di un magnete permanente inserito in una bobina. La ruota in movimento genera per induzione un segnale elettrico nella bobina di frequenza e ampiezza che dipendono dalla velocità di rotazione.
In contrapposizione ai sensori tradizionali attualmente utilizzati, la soluzione SKF presenta i seguenti vantaggi tecnici aggiuntivi:
- Maggior protezione contro l'ossidazione
- Riduzioni di peso e ingombro
- Maggiore robustezza grazie al traferro tra sensore e ruota fonica
- Maggiore potenza del segnale.

- Progettazione -
Il progetto del cuscinetto é stato ottimizzato in termini sia di capacità di carico che di rigidezza, per freni a tamburo in condizioni di carico estremo e peso asse di 900 kg. Ciò significa tra l'altro, che ipotizzando le condizioni di guida:
- 5% di curve a sinistra e 5% di curve a destra con accelerazione laterale 0,25g e
- 90% di guida rettilinea senza accelerazione laterale.
- La durata di esercizio prevista per il cuscinetto é di circa 300.000 km.

- Il futuro -
Le incalzanti aspettative di durata, rigidezza, assenza di manutenzione, nonché le nuove esigenze di affidabilità, minor pe-



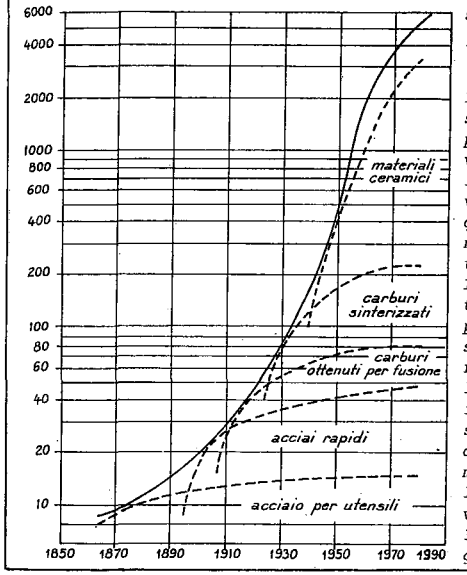
Ruote posteriori motrici, FERRARI mod. 348

so, integrazione di funzioni aggiuntive e idoneità ai principi di modularità costruttiva esercitano una pressione crescente verso una integrazione sempre più spinta. Pertanto l'HBU 3 avrà un ruolo sempre più importante nei cuscinetti per mozzi del futuro.
(Da Evolution, periodico della SKF).

Applicazione dei cuscinetti sulle macchine moderne

- Macchine utensili -
Quasi tutti i prodotti moderni sono ottenuti da macchine realizzate a loro volta da macch. utens. L'evoluzione di queste ultime é molto rapida e determina rilevanti innovazioni strutturali e tecnologiche come: maggior grado di automazione e possibilità di uso dei moderni materiali da taglio non sfruttabili con le macch. utensili attuali.
- Materiali da taglio moderni -
L'aumento della veloc. di taglio, degli utensili di materiali diversi negli ultimi 100 anni é illustrato nella tab. 1. Questo fa prevedere che, mediante nuovi materiali (diamante, nitruro di boro a struttura cubica, ecc.) sarà possibile effettuare lavor. con velocità di taglio fino a 6000 m/min e avanzam. di 6 m/min. Le nuove macch. utens. e i loro organi, dovranno essere adattati a velocità di mandrino di oltre 30.000 giri/min. Il fattore di veloc. dei cuscinetti dovrà essere portato a $n \cdot dm$ di $3 \cdot 10^6$. Sono già in corso ricerche e prove per realizz. cusc. e mandr. per queste esigenze.
- Mandrini delle macch. utensili -
In attesa di nuove soluzioni é stato fatto uno studio comparativo sui vantaggi offerti da diverse soluzioni costruttive, per quanto riguarda l'impiego dei cusc. nei mandr. delle macch. utensili. Questo per raggiungere il migliore compromesso che soddisfi alle tre esigenze: velocità, potenza e precisione. Sono stati effettuati calcoli approfonditi valendosi di sofisticati programmi per computer messi a punto dalla SKF. I tipi e la disposizione dei cusc. adottati, per le prove alternative alla classica soluzione A, sono illustrate in tab. 2. La tab. 3 riporta un quadro riassuntivo di raffronto tra le varie alternative sperimentate.

- Tabella 1 -
Andamento crescente della velocità di taglio negli ultimi 100 anni



- Lubrificazione del mandrino olio/aria -
I mandr. delle macch. utensili devono, di regola, operare con esteso campo di velocità, minimo attrito, lunga durata. I cusc. dovrebbero ricevere solo la quantità di lubrificante necessaria per assicurare temperat. basse e costanti. I sistemi fino ad ora adottati forniscono invece una portata di lubrific. molto superiore a quella occorrente. Nel progetto SKF di lubrific. olio/aria, con iniettori singoli sui cuscinetti, sono stati sufficienti alcuni decimi di milligrammi all'ora di olio per ottenere nelle prove eseguite temp. di 5°C a 3000 giri, di 15°C a 5000 giri, di 40°C a 8000 giri.

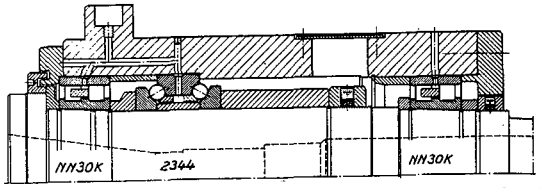
segue

segue: Applicazione dei cuscinetti sulle macchine moderne

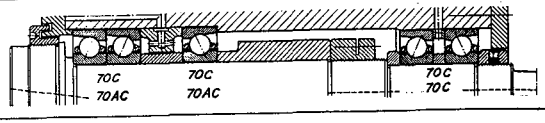
Tabella 2 - Alternative alla soluzione A con cuscinetti diversi

Mandrino per macchina utensile progetto 1955

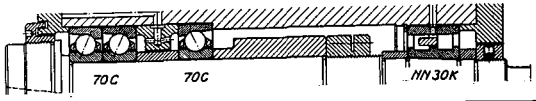
Soluzione A cuscinetti



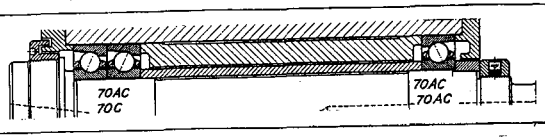
Alternative B,cuscinetti C,cuscinetti



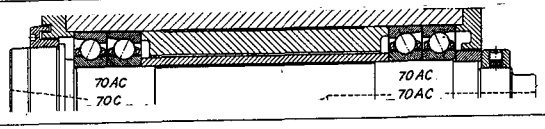
Alternativa D,cuscinetti



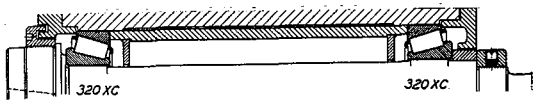
Alternative E,cuscinetti G,cuscinetti



Alternative F,cuscinetti H,cuscinetti



Alternativa I,cuscinetti



Tab. 3 - Raffronto alternat. A-I.

Soluz. altern.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
velocità giri/min 2000	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2800	x	x	x	x	x	x	x	x	
4500		x	x	x	x	x	x	x	
4800		x			x	x	x	x	
5400					x		x	x	
6000							x		
carico -ass.	x	°	x	x	x	x	°	°	
preval. -rad.	x	x	°	°	°	°	x	x	x
disegno -esile	x	x	x	x					
del man -corto	x	°	°	°	°	°	°	°	°
drino -m.corto	x					°		°	x

x = molto adatto, ° = adatto. Prove su mandr. Ø 100 mm, lubr.a grasso

La SKF fornisce, su richiesta una ampia documentazione per quanto riguarda le alternative nella disposizione dei cusc. nei mandrini compreso quelli da utilizzare su macch. utens. a comando numerico di alta precis. e dei risultati raggiunti nelle prove, eseguite direttam. sulle macch. Anche la lubrif. olio/aria é stata sperimentata con successo su macch. utensili, per operazioni multiple di notevole impegno.

Da rivista dei cuscinetti SKF Via Mazzini 53 - 10123 Torino.

Cuscinetti magnetico attivi per una nuova generazione di macchine

Il crescente interesse per la lavorazione dei metalli a velocità di taglio elevate, ha dato luogo a numerosi studi sia teorici che pratici. alcuni risultati sono già stati sfruttati nell'industria. E' già possibile oggi costruire macchine, funzionanti a velocità così elevate da ottenere aumenti di produttività del 25-40%, in funzione del tempo di taglio e a seconda del tipo di lavorazione. Queste nuove macchine utensili devono soddisfare ad esigenze molto severe e pertanto devono essere migliorati i mandrini i motori, i sistemi di alimentazione, gli utensili nonché il controllo numerico. La Società S2M,

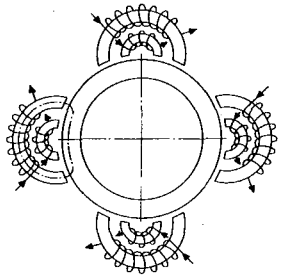


Fig. 1 - Schema di funzionamento di un cuscinetto magnetico attivo di tipo radiale Le quattro elettrocalamite comandano la posizione del rotore tramite segnali generati dai sensori.

Tabella 1 - Caratteristiche elettromandrini		B5/1250	B10/1000	B20/500
Potenza disponibile in corrispondenza della testa del mandrinza	kW	5	10	20
Potenza c. s. max	kW	7,5	15	30
Velocità	giri/min	35000-75000	35000-60000	20000-35000
Diametro dell'utensile	mm	15	25	50
Velocità di avanzamento	m/min	10	20	8-10
Velocità di taglio	m/min	1500-3600	3600-4800	3600-6000
Asportazione max (valida per allum.)	cm^3/min	300	1320	3200

in comproprietà tra la SEP e la SKF, da tempo esperimenta cuscinetti magnetico attivi che hanno già trovato, con successo, applicazioni pratiche. Il cuscinetto magnetico attivo é caratterizzato da una rotazione in assenza di contatto meccanico per cui si ha un funzionamento silenzioso e senza usura. Esso permette di raggiungere velocità elevatissime ed una eccellente precisione di marcia, non necessita di lubrificazione, può funzionare nel vuoto, in ambiente corrosivo ed anche far fronte à temperature estreme.

- Alcuni esempi di applicazione - - Elettromandrini - Figura 4 - Un mandrino con un diametro, in corrispondenza della testa, di 50 mm può rotare a velocità di 75000 giri/min e, con utensili di 25 mm di diametro, ottiene velocità di taglio di 6000 m/min. Attualmente sono disponibili tre diversi sistemi di elettromandrini come in-

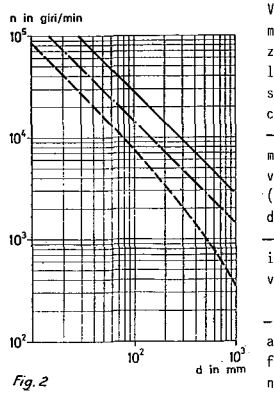


Fig. 2

Velocità max in funzione delle dimensioni del cuscinetto
——— Cusc. magn. att. vel.perif. (intrafer) di 150 m/s
—·— Cusc. idrodinam. vel.perif. 75 m/s
---- Cusc. a sfere fatt.veloc n x dm 10 .

dicato nella tabella 1.

- Volano d'inerzia - Fig. 3, Giroscopio per satelliti di comunicazione, diametro 300 mm, velocità nominale 12000 giri/min, momento

segue

Cuscinetti magnetico attivi per una nuova generazione di macchine

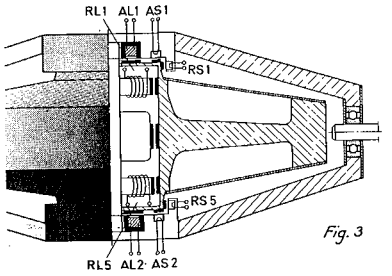


Fig. 3

Applicazione di cuscinetti magnetico attivi a volano di inerzia (giroscopio) per satelliti di comunicazione. AL1 e AL2, elettrocalamite comandate dai sensori di posizione AS1 e AS2, sostengono il rotore in posizione assiale.
RL1 - RL2 (in alto) e RL5 - RL8 (in basso) coppie di cuscinetti di guida radiale. RS1 - RS8, sensori di posizione radiale.

angolare d'impulso 100 Nms, massa 13 kg, durata maggiore di 10 anni affidabilità, per un periodo di 10 anni > del 99%.

- Visualizzatore di immagini - E' basato sulla tecnica di modulazione dei raggi laser, usando impulsi codificati ricevuti dal satellite. L'elevata qualità delle immagini riprodotte, é dovuta principalmente al fatto che il tamburo su cui si trova la pellicola, ruota su cuscinetti magnetico attivi. Questi permettono di ottenere una resistenza di rotazione estremamente bassa e costante ed un'elevata precisione di marcia. La costanza del valore dell'attrito rende possibile una regolazione dolce della velocità che può essere variata da 60 a 1800 giri/min.

- Macchina utensile a 5 assi - Munita di mandrini con cusc. magnetico attivi, costruita dalla Turchan di Detroit, per la fabbrica di aerei Boeing, prevede un controllo numerico , progettato per veloc. di avanz. di 24 m/min.

- Pompa a vuoto - Rotazione 30000 giri/min, può operare in assenza assoluta di grassi e olio, funzionamento silenzioso, livello di vibrazioni estremamente basso (< di 0,02 µm). Capacità della pompa: gas di azoto 530 dm 3/s, gas di idrogeno 485 dm 3/s. Compressione gas di azoto > 10^{10}, gas di idrogeno $5 \cdot 10^4$. Pressione minima realizzabile $2 \cdot 10^{-8}$ P.

- Turbocompressore - In grosse turbine di grande potenza, cusc. magn. attivi con capacità di carico di 20000 N, prove fino ad un regime di 10000 giri/min (senza cusc. magn. attivi, max 1500 g/m. Una volta superati gli attuali alti costi, i cuscinetti magnetico attivi diverranno i cuscinetti del futuro.

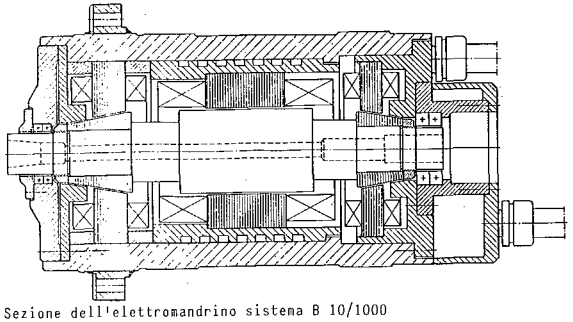


Fig. 4 - Sezione dell'elettromandrino sistema B 10/1000
(da: Rivista dei Cuscinetti, SKF Torino)

Cuscinetti a rullini FAG

Mondial S.p.a. Via Keplero 18 - 20124 MILANO 02/66810.1 Fax 02/6070968

Dal catalogo FAG comprendente centinaia di misure di vari tipi di cusc. a rullini, riportiamo i tipi principali nelle dimensioni del programma standard. La FAG assume per questo programma un impegno di fornitura, ciò significa che questi cusc. vengono sempre costruiti e la loro fornitura é assicurata per anni. Questo semplifica le ordinazioni e la gestione delle scorte. I dati tecnici sono conformi a quelli raccomandati nelle norme internazionali.

- Scelta delle dimensioni -

a) Fattore di sicur. sotto carico statico. fs = Co : Po

Valori più frequentemente usati:
fs = 1,2...2,5 per esigenze elev.
fs = 1...1,5 per esigenze normali
fs = 0,7...1 per esigenze modeste
Co = fatt. car. stat. (tab.dimens.)
Po = carico stat. equivalente (kN) per cuscinetti a rullini radiali
Po = Fr (carico radiale) (kN) per cusc. a rullini assiali.
Po = Fa (carico assiale) (kN).

b) Fattore di sicurezza sotto carico dinamico.
fL = C : P · fn
Il valore di fL si ottiene dal calcolo, deve essere uguale a quello risultato da esperienze su casi applicativi uguali o simili (vedi tabella 1).
C = fatt. di carico dinamico (kN)
fn = fattore di velocità (tab.3).
P = carico dinam. equivalente (kN)
Per cuscinetti a rullini radiali:
P = Fr (carico radiale) (kN).
Per cuscinetti a rullini assiali:
P = Fa (carico assiale) (kN).
Le formule per il carico dinam. equival. dei cusc. a rull. combinati si trovano nel testo al corrispondente paragrafo.

Tab.1-Valori orientat. di fL e criteri di valutaz. del carico esterno

Applicazione	Valor.fL consigl.	Criteri di valutaz. del carico esterno
Autoveicoli		Motore
motociclette	0,9..1,6	Consider. la coppia trasm.in base a Mt max del mot.alla relat.
utilitarie	1,4..1,8	veloc. di rotaz. fL come val.medio di fL1,fL2,fL3...calc.nelle
macchine da turismo	1....1,6	diverse marce con i rispett.tempi di utilizzazione q1,q2,q3...
furgoni, autoc. leggeri	1,8..2,4	
autotreni	2.....3	
autobus	1,8..2,8	
trattori	1,5....2	$fL = \sqrt[3]{\frac{100}{\frac{q1}{fL1^3} + \frac{q2}{fL2^3} + \frac{q3}{fL3^3} + \ldots}}$
veicoli cingolati	2....2,5	
Motori a combust. interna		
per autoveicoli	1,2....2	Forze max(compr.inerz.)nel punto morto sup. a pieno car. con fatt.di riduz.fz; vel. rot. max
stazionari	2,3..3,5	
fuoribordo	1....1,5	
		Ciclo — otto — diesel
		a 2 tempi fz 0,35 0,5
		a 4 tempi fz 0,3 0,4
Riduttori		
riduttori universali	2.....3	Potenza nominale:
trasmiss. idrostatiche	1,5..2,5	velocità di rotazione nominale.
Macchine utensili		
mandrini di tornitrici	3....4,5	Sforzo di taglio cop.motr.prec.
mandrini di fresatrici	3....4,5	Peso del pezzo,veloc.d'eserciz.
mandrini per alesatrici	3.....4	
mandrini di rettificatrici	2,5..3,5	
mandr. portap. rettific.	3,5....5	
utensili ad aria compressa	2.....3	Sf.di tagl.o pot.assorb. v.r.n.
volani di presse	3,5....4	Peso del vol. vel. rot. nomin.
Laminatoi imp. siderurgici		
laminatoi	1.....3	Press.lam.media vel.rot. nomin.
macch. per fus. centrif.	3,5..4,5	Peso, squilibr. vel.rot. nomin.

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

segue: Tab.1- Valori orient. di fL e criteri di valutaz. del car. est.

Applicazione	Valor. fL consigl.	Criteri di valutaz. del carico esterno
Pompe, soffianti, compress.		
pompe ad ingranaggi	1....2,5	Press. d'eserciz. vel. rot.nom.
macch.idra.a pist.as.e rad	1....2,5	Press. nominale vel. rot. nom.
compressori	2....3,5	Press. d'esercizio forza d'iner
motori idraul. a pist.ass	1....1,5	zia, veloc. di rotazione nomin.
Costruz. macch.in generale		
pulegge per imp.trasporto	4....4,5	Carico sulla fune,vel. rot.nom.
vibratori per cemento	1....1,5	Forza centrif. (fz=1,1.....1,3)
mescolatori	3,5....4	Peso:coppia motr. vel. rot.nom.
macchine da stampa	4....4,5	Sforzo taglio e pot.ass. v.r.n.
macch.lav.legno e mat.pl.	3.....4	
filatoi	3,5..4,5	Forze di squilib. vel. rot.nom.

Durata teor. a fat. Lh e fatt. di veloc. fn per cusc. a rullini (rulli).

Tabella 2 - fL valori per cuscinetti a rullini (rulli)

Lh h	fL	Lh h	fL	Lh h	fL	Lh h	fL	Lh h	fL	Lh h	fL	Lh h	fL
100	0,617	300	0,858	750	1,13	2000	1,52	5000	2	15000	2,77	40000	3,72
110	0,635	320	0,875	800	1,15	2200	1,56	5500	2,05	16000	2,83	42000	3,78
120	0,652	340	0,891	850	1,17	2400	1,6	6000	2,11	17000	2,88	44000	3,83
130	0,668	360	0,906	900	1,19	2600	1,64	6500	2,16	18000	2,93	46000	3,88
140	0,683	380	0,921	950	1,21	2800	1,68	7000	2,21	19000	2,90	48000	3,93
150	0,697	400	0,935	1000	1,23	3000	1,71	7500	2,25	20000	3,02	50000	3,98
160	0,71	420	0,949	1100	1,27	3200	1,75	8000	2,3	22000	3,11	55000	4,1
170	0,724	440	0,962	1200	1,3	3400	1,78	8500	2,34	24000	3,19	60000	4,2
180	0,736	460	0,975	1300	1,33	3600	1,81	9000	2,38	26000	3,27	65000	4,31
190	0,748	480	0,988	1400	1,36	3800	1,84	9500	2,42	28000	3,35	70000	4,4
200	0,76	500	1	1500	1,39	4000	1,87	10000	2,46	30000	3,42	80000	4,58
220	0,782	550	1,03	1600	1,42	4200	1,89	11000	2,53	32000	3,48	90000	4,75
240	0,802	600	1,06	1700	1,44	4400	1,92	12000	2,59	34000	3,55	100000	4,9
260	0,822	650	1,08	1800	1,47	4600	1,95	13000	2,66	36000	3,61	150000	5,54
280	0,84	700	1,11	1900	1,49	4800	1,97	14000	2,72	38000	3,67	200000	6,03

Tab. 3 - fn valori per cusc. a rullini (rulli) (min^{-1} = giri/min)

n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn
10	1,44	32	1,01	85	0,755	260	0,54	700	0,401	2000	0,293	5500	0,216
11	1,39	34	0,994	90	0,742	280	0,528	750	0,393	2200	0,285	6000	0,211
12	1,36	36	0,977	95	0,73	300	0,517	800	0,385	2400	0,277	6500	0,206
13	1,33	38	0,961	100	0,719	320	0,507	850	0,378	2600	0,271	7000	0,201
14	1,3	40	0,947	110	0,699	340	0,498	900	0,372	2800	0,265	7500	0,197
15	1,27	42	0,933	120	0,681	360	0,49	950	0,366	3000	0,259	8000	0,193
16	1,25	44	0,92	130	0,665	380	0,482	1000	0,36	3200	0,254	8500	0,19
17	1,22	46	0,908	140	0,65	400	0,475	1100	0,35	3400	0,25	9000	0,186
18	1,2	48	0,896	150	0,637	420	0,468	1200	0,341	3600	0,245	9500	0,183
19	1,18	50	0,855	160	0,625	440	0,461	1300	0,333	3800	0,242	10000	0,181
20	1,17	55	0,861	170	0,613	460	0,455	1400	0,326	4000	0,238	11000	0,176
22	1,13	60	0,838	180	0,603	480	0,449	1500	0,319	4200	0,234	12000	0,171
24	1,1	65	0,818	190	0,593	500	0,444	1600	0,313	4400	0,231	13000	0,167
26	1,08	70	0,8	200	0,584	550	0,431	1700	0,307	4600	0,228	14000	0,163
28	1,05	75	0,784	220	0,568	600	0,42	1800	0,302	4800	0,225	15000	0,16
30	1,03	80	0,769	240	0,533	650	0,41	1900	0,297	5000	0,222	16000	0,157

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

segue: Tabella 3 - fn valori per cuscinetti a rullini (rulli)

n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn	n min^{-1}	fn
17000	0,154	20000	0,147	26000	0,136	32000	0,127	38000	0,121	44000	0,116
18000	0,151	22000	0,143	28000	0,133	34000	0,125	40000	0,119	46000	0,114
19000	0,149	24000	0,139	30000	0,13	36000	0,123	42000	0,117	50000	0,111

Tab. 4 - Effetto della temperat. d'esercizio sulla durata

Con temp. d'eserc. oltre 150°C diminuisce la durata dei cusc. Pertanto in questo campo di temp. si deve ridurre la durata nominale Lh con il fatt. di temperatura ft

Temperat. d'eserc.	150°C	200°C	250°C	300°C
Fatt. di temp. ft	1	0,73	0,42	0,22

- Velocità ammissibili -

Sono riportate nelle tab. dimens. Con carico non troppo elev. la durata teorica a fatica sarà di c.a. 30000 h. Per veloc. magg. occorre modificare: montaggio, lubrificazione ed eventualm. l'esecuzione.

- Temperatura d'esercizio -

i cusc. FAG sono stabilizz. per temp. di funzion. fino a + 129°C. Con temp. d'eserc. molto elevate si devono usare grassi speciali, gabbie in metallo e tenute in materiale resistente al calore.

- Gioco -

Il gioco rad. del cusc. montato deve essere di pochi µm, per guidare corrett. l'albero nella sua rotaz. ma suffic. per impedire un precarico. Se montati con accopp. serrati si ha riduz. del gioco rad. I valori del gioco radiale e le toll. di lavoraz. si trovano nel testo avanti i risp. paragr.

- Tolleranze -

Corrispondono a DIN 620; la norma non vale per boccole con o senza fondello. Per elevate esigenze di precisione richiedere cusc. delle classi di tolleranza P6 e P5. I cuscinetti del programma FAG hanno tolleranze normali.

Particolari sulle tolleranze si trovano nel testo, avanti ai singoli paragrafi (Catal. 41501/2IC)

Tab. 5 - Tolleranze dei cuscinetti a rullini radiali - anello int.)

Dimensione nominale del foro	oltre / fino a	2,5 / 10	10 / 18	18 / 30	30 / 50	50 / 80	80 / 120	120 / 180	180 / 250	250 / 315	315 / 400	400 / 500
- Classe normale -												
Foro	dm	-8 / 0	-8 / 0	-10 / 0	-12 / 0	-15 / 0	-20 / 0	-25 / 0	-30 / 0	-35 / 0	-40 / 0	-45 / 0
Larghezza	B	0 / -120	0 / -120	0 / -120	0 / -120	0 / -150	0 / -200	0 / -250	0 / -300	0 / -350	0 / -400	0 / -500
Errore di parallelismo	Up	15	20	20	20	25	25	30	30	35	40	60
Difetto rad. di rotazione	Ri	10	10	13	15	20	25	30	40	50	60	65
- Classe P6 -												
Foro	dm	-7 / 0	-7 / 0	-8 / 0	-10 / 0	-12 / 0	-15 / 0	-18 / 0	-22 / 0	-25 / 0	-30 / 0	-35 / 0
Larghezza	B	0 / -120	0 / -120	0 / -120	0 / -120	0 / -150	0 / -200	0 / -250	0 / -300	0 / -350	0 / -400	0 / -450
Errore di parallelismo	Up	15	20	20	20	25	25	30	30	35	40	45
Difetto rad. di rotazione	Ri	6	7	8	10	10	13	18	20	25	30	35
- Classe P5 -												
Foro	dm	-5 / 0	-5 / 0	-6 / 0	-8 / 0	-9 / 0	-10 / 0	-13 / 0	-15 / 0	-18 / 0	-23 / 0	- / -
Larghezza	B	0 / -40	0 / -80	0 / -120	0 / -120	0 / -150	0 / -200	0 / -250	0 / -300	0 / -350	0 / -400	-
Errore di parallelismo	Up	5	5	5	5	6	7	8	10	13	15	-
Difetto rad. di rotazione	Ri	3,5	3,5	4	5	5	6	8	10	13	15	-
Errore di quadratura	Si	7	7	8	8	8	8	10	11	13	15	-

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

segue: Tab. 5 - Toll. dei cusc. a rullini radiali - Anello esterno *

Dimensione nominale diametro esterno		oltre 6 / fino a 18	18 / 30	30 / 50	50 / 80	80 / 120	120 / 150	150 / 180	180 / 250	250 / 315	315 / 400	400 / 500
- Classe normale -												
Diametro esterno	Dm	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -15	0 / -18	0 / -25	0 / -30	0 / -35	0 / -40	0 / -50
Difetto rad. di rotaz.	Ra	15	15	20	25	35	40	45	50	60	70	80
- Classe P6 -												
Diametro esterno	Dm	0 / -7	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -15	0 / -18	0 / -20	0 / -25	0 / -28	0 / -33
Difetto rad. di rotaz.		8	9	10	13	18	20	23	25	30	35	40
- Classe P5 -												
Diametro esterno	Dm	0 / -5	0 / -6	0 / -7	0 / -9	0 / -10	0 / -11	0 / -13	0 / -15	0 / -18	0 / -20	0 / -23
Errore di parallelismo	Up	5	5	5	6	8	8	8	10	11	13	15
Difetto rad. di rotaz.	Ra	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	23
Errore di quadratura	Sa	8	8	8	8	9	10	10	11	13	13	15

Tabella 6 - Toll. dei cusc. a rullini assiali - Ralla per albero.

Dimensione nominale del foro		oltre / fino a 18	18 / 30	30 / 50	50 / 80	80 / 120	120 / 180	180 / 250	250 / 315	315 / 400	400 / 500
- Classe normale -											
Foro	Dm	-8 / 0	-10 / 0	-12 / 0	-15 / 0	-20 / 0	-25 / 0	-30 / 0	-35 / 0	-40 / 0	-45 / 0
Difetto ass. di rotaz.	A	10	10	10	10	15	15	20	25	30	30
- Classe P6 -											
Foro	dm	-8 / 0	-10 / 0	-12 / 0	-15 / 0	-20 / 0	-25 / 0	-30 / 0	-35 / 0	-40 / 0	-45 / 0
Difetto ass. di rotaz.	A	5	5	6	7	8	9	10	13	15	18
- Classe P5 -											
Foro	dm	-8 / 0	-10 / 0	-12 / 0	-15 / 0	-20 / 0	-25 / 0	-30 / 0	-35 / 0	-40 / 0	-50 / 0
Difetto ass. di rotaz.	A	3	3	3	4	4	5	5	7	7	9
- Ralla per alloggiamento											
Dimensione nominale del diametro esterno		oltre / fino a 30	30 / 50	50 / 80	80 / 120	120 / 180	180 / 250	250 / 315	315 / 400	400 / 500	
- Classe normale -											
Diametro esterno	Dm	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22	0 / -25	0 / -30	0 / -35	0 / -40	0 / -45	
Difetto assiale di rotazione	A	10	10	10	15	15	20	25	30	30	
- Classe P6 -											
Diametro esterno	Dm	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22	0 / -25	0 / -25	0 / -30	0 / -40	0 / -45	
Difetto assiale di rotazione	A	5	6	7	8	9	10	13	15	18	
- Classe P5 -											
Diametro esterno	Dm	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22	0 / -25	0 / -30	0 / -35	0 / -40	0 / -45	
Difetto assiale di rotazione	A	3	3	4	4	5	5	7	7	9	

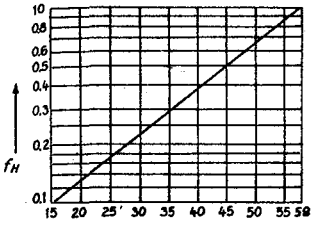
* L'anello est. ha sulla larghezza la stessa toll. di quello int. Piste di rotolamento per accoppiamenti diretti - Quando i rullini direttam. sull'albero oppure nell'alloggiam. le piste devono avere una durezza 58-65 HRC per raggiungere la completa capacità di carico del cusc. Per tali accopp. di ingombro limitato, vengono impiegate gabbie a rullini radiali e assiali, boccole a rullini con o senza fondello, cusc. a rullini e rulli di contrasto senza anello

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

interno. Per le piste di rotolamento si possono usare acciai da cementazione prof. cem. 0,4..1mm) per basse sollec. e piccole dimensioni, C15, elev. soll. 16CrMo5. Rettif. fine senza ondulazioni Ra 0,3-0,2 µm. Quando la durezza é infer. a 58 HRC, occorre ridurre il fatt. di carico C con il fatt. fH: per la determin. della durata

Tabella 7 - Fattore fH



durezza della superficie (HRC)

Valori indic. per qualità di lav. e toll. delle piste per accoppiamenti diretti per normali ed elevate esigenze di rotazione.

Tabella 8

	Cuscinetti radiali normale alb.	radiali normale all.	radiali elevata alb.	radiali elevata all.	assiali normale	assiali elevata
Precisione pista						
Qual.lavor.	IT5	IT6	IT4	IT5	-	-
Parallel. e rotondità	IT3/2	IT3/2	IT1/2	IT2/2	-	-
Quad.superf	IT3	IT3	IT1	IT2	-	-
Dif.assiale di rotaz.	-	-	-	-	IT5	IT4

Le qualità IT, per elev. classi di precis. dovrebbero essere previste anche in caso di elev. numero di giri ed in presenza di giochi radiali. Dati più precisi per il gioco e per le toll. di lavor. si trovano nel catal. davanti ai singoli paragrafi. (si può chiedere alla ditta il cat. 41501/2IC)

- Gabbie a rullini - (DIN 5405)

Significato dei suffissi

Gabbia lam. acc. prof.senza suff.	
Gabbia massiccia sez. a M	F
idem (costruz. modificata)	FC
idem (bonificata)	FV-FV1
idem (cementata)	FH
idem (cementata) (*)	FH-ZB2
Gabbia mass.acc.prof.(2 cor.)	FZW
Gabbia cementata	H
Gabbia cementata (*)	H.ZB2
Gabbia (costr. modif.)	CH
Gabbia (costr.mod.)(2 cor.)	CZW
Gabbia massiccia plastica	TN
A due corone	ZW

(*) Rull.con bomb.sup.al normale.

Selezionatura rullini (DIN 5402).

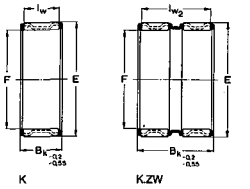
Le gabbie di norm. forn. hanno rullini di selez. compresi tra 0...-2 e -5...-7. Altre selezionature fornibili a richiesta.

- Gioco radiale -

Dipende dalle tolleranze di lavorazione delle piste.
Toll. degli alberi consigliate con lavor. foro sede, secondo G6:

Tab. 9 - Misura nom. alb.		≤80	>80
Gioco rad.	inf. al normale	j5	h5
	normale	h5	g5
	sup. al normale	g6	f6

Car. din. equivalente P=Fr(kN)
Car. stat. equivalente Po=Fr(kN)



Sigla: K (quote F-E-Bk) Suffisso.

Alb. F	E	Bk	lw	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min	x100	Suff. di sigla
	mm			kN				
5	8	8	6	2,12	1,76	260	400	TN
5	9	13	9,8	4,05	3,6	280	430	TN
6	9	8	6,5	3,05	3	220	360	
6	9	10	7,8	2,9	2,8			TN
7	10	8	6	2,65	2,5	200	340	TN
8	11	8	6	3,1	3,2	190	320	FV

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

Alb. F	E mm	Bk	lw	Fatt.car. C kN	Co kN	Lim.veloc. gras.olio min	x100	Suff. di sigl.
8	11	10	7,8	3,8	4,25	190	320	F
	11	13	10,8	5	5,85			F
9	12	10	7,8	4,05	4,75	180	300	FV
	12	13	10,8	5,3	6,55			F
10	13	10	8,4	5,2	6,55	170	280	
	13	13	10,8	5,6	7,35			F
	14	10	8,2	5,85	6,4	180	300	
	14	13	11,2	7,5	8,8			
	16	12	9,8	8	7,85			F
12	15	10	8,4	5,6	7,65	160	260	
	15	13	11,4	6,4	9,15			
	15	15	12,8	6,7	9,65			F
	16	10	8,2	6,55	7,8			
	17	13	9,8	8,5	9,5	170	280	F
	17	14	11,8	9,8	11,4			F
	18	12	9,8	9,5	9,8			F
13	17	10	8,2	6,8	8,5	160	260	
	18	15	12,5	10,4	12,2			F
14	18	10	8,2	6,8	8,5			
	18	13	11,2	9,15	12,5			
	18	15	13,2	10	14			
	18	16	14,2	9,5	12,9			CH
	19	13	10,8	9,8	11,6			HZB2
15	18	14	12,4	7,8	12,5	150	240	
	18	17	15,4	8,3	13,7			
	18	22	18,7	9,65	16,3			FZW
	19	10	8,2	7,5	9,8			
	19	13	11,2	9,15	12,7			
	19	17	15,2	11,6	17,3			
	19	22	19,9	11,6	17,3			ZW
	20	13	9,8	9,5	11,6	150	260	FH
	21	21	17,8	16,6	20,8			F
16	20	10	8,2	7,35	9,8	150	240	
	20	13	11,2	9,5	13,7			
	20	17	13,8	11,2	17			F
	20	20	18,2	12,7	19,6			
	22	12	9,8	11	12,5	160	260	F
	22	20	17,8	17,6	23,2			F
	24	20	16	19,3	21,6			F
17	21	10	8,2	7,65	10,6	150	240	
	21	13	11,2	10	14,6			
	21	15	13,2	10,8	16,3			
	21	17	13,8	11,2	17			F
	22	20	16,8	16,3	23,6			F
	25	13	11,8	13,4	16,6			F
18	22	10	8,2	8	11,2			
	22	13	11,2	10,2	15,6			H
	22	14	12,2	11	17			
	22	17	15,2	12,5	20			
	22	20	17,8	14,3	23,6			F
	23	20	16,8	17	25,5			F

Alb. F	E mm	Bk	lw	Fatt.car. C kN	Co kN	Lim.veloc. gras.olio min^{-1}	x100	Suff. di sigl.
18	24	12	9,5	11,2	13,4	150	240	
	24	20	17,5	18,3	25			
	25	22	19,3	22	29			H
	26	20	16	20,8	24,5			FZB2
19	23	17	14,8	12,7	20,8	140	220	F
20	24	10	8,2	8,5	12,7	130	200	
	24	12	10,2	10,2	16			
	24	13	11,2	11	17,3			
	24	17	15,2	14	24			
	26	12	9,5	12,5	15,6			
	26	13	10,5	12,7	16			H
	26	30	17,5	19,3	27,5			
	28	20	17,3	23,2	29			
	28	20	17,3	23,2	29			HZB2
	28	25	22,3	28,5	38			
	30	30	25	34,5	42,5			F
22	26	10	8,2	8,65	13,4	120	190	H
	26	13	11,2	11,2	18,6			
	26	17	15,2	14,6	26,5			
	27	17	14,8	15,6	24			
	28	17	14,7	17,3	24,5			H
	29	15	12,8	17,6	22,8			F
	30	15	12,3	18,6	22,8			H
	32	28	25	37,5	48			F
	32	20	26,8	39	51			H
23	28	24	19,8	21,2	36,5	110	180	F
24	28	10	7,8	8,8	14	100	170	F
	28	13	11,2	11,8	20,4			H
	28	17	15,2	14,6	26,5			
	28	36	33,9	25	53			ZW
	30	22	17,8	22	34,5			F
25	29	13	9,8	10,8	18,6			F
	29	17	13,8	14,3	26,5			F
	30	13	10,8	14	22			
	30	17	14,8	18	30,5			H
	30	20	16,8	20	34,5			F
	30	24	21,8	23,6	43			
	30	26	22,7	22	40			FZW
	31	14	11,3	16	23,2			
	31	17	14,5	18,6	28			
	31	20	17,5	21,6	34			H
	31	21	18,5	23,6	38			
	31	24	19,8	24	39			F
	32	15	12,8	18,3	25			F
	32	16	13,3	19	26			
	33	20	16	24,5	32,5			F
	33	25	22,3	32	46,5			
	35	25	21,8	35,5	46,5			H
	35	30	26,8	42,5	57			
26	30	13	10,8	11,6	20,4	95	160	F
	30	17	13,8	14,3	26,5			F

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

Alb. F	E mm	Bk	lw	Fatt.car. C kN	Co kN	Lim.veloc. gras.olio min^{-1}	x100	Suff. di sigl.
26	30	22	18,8	16	30,5	95	160	FZW
28	32	21	17,8	17,6	36	90	150	F
	33	13	9,8	13,7	22			F
	33	17	14,8	19	33,5			
	33	27	24,8	27,5	54			H
	34	17	14,5	20	32			
	34	20	17,3	23,2	38			
	35	16	12,8	20	28,5			F
	35	17	12,8	20	28,5			F
	35	27	24,3	33,5	55			
	36	20	15,8	26,5	37,5			FV
30	35	13	10,8	15	25,5	85	140	H
	35	17	14,8	19,3	35,5			H
	35	20	17,8	21,6	43			H
	35	26	22,7	19	34,5			FZW
	35	27	24,8	29	60			
	37	18	14,8	23,2	35,5			F
	40	30	25	44	64			F
	42	30	27	51	68			HZB2
32	37	13	9,8	14,6	25	80	130	F
	38	20	17,8	26	46,5			F
	38	26	23,8	31,5	58,5			
	39	18	15,3	24,5	39			H
	40	25	22,3	36	57			
	40	36	33,3	49	86,5			
	42	42	38,8	65,5	108			H
35	40	13	10,8	15,6	28	75	120	H
	40	17	14,8	20	39			H
	40	19	16,8	22	44			F
	40	26	22,7	25	52			FZW
	40	27	24,8	28,5	60			H
	40	30	26,8	25	52			FZW
	41	40	35,7	41,5	86,5			FZW
	46	16	13,3	23,6	37,5			
	42	18	15,3	26	43			
	42	20	16,8	28,5	48			F
	42	30	25,8	38	71			FW.ZB2
	45	20	17	35,5	50			F
	45	41	37,8	67	114			
	45	49	45,5	78	137			H
36	40	29	23,8	20,4	47,5			TN
	42	16	13,5	21,6	38			
37	42	27	23,8	30,5	68	70	110	F
38	43	17	13,8	20,8	41,5			F
	43	27	23,8	30,5	68			F
	46	20	16,8	31,5	52			
	46	32	28,8	52	98			H
39	44	26	23,8	21,2	43			CZW
40	45	17	14,8	21,6	45	67	100	H
	45	21	18,8	22	45,5			CH
	45	27	24,8	31	71			H

Alb. F	E mm	Bk	lw	Fatt.car. C kN	Co kN	Lim.veloc. gras.olio min^{-1}	x100	Suff. di sigl.
40	47	18	14,8	27	46,5	67	100	
	48	20	15,8	31	51			F
42	47	17	13,8	21,6	45,5			F
	50	20	15,8	32	54			F
43	48	27	23,8	32	75	63	95	F
44	50	22	18,8	30	61			
45	50	17	14,8	23,6	53			H
	50	27	23,8	32,5	78			F
	52	18	14,8	29	53			H
	52	21	17,8	33,5	64			F
	53	20	16,8	34	60			H
	53	25	19,8	40,5	75			H
	53	28	24,8	46,5	90			
	59	36	32,8	78	118			H
	60	40	35	38	134			F
	60	45	40	98	153			F
47	52	17	14,8	23,2	51	60	90	H
	52	27	23,8	33,5	83			F
	55	26	21,8	43	83			F
	55	28	23,8	46,5	90			FV1
48	53	17	14,8	24,5	56	56	85	H
50	55	17	14,8	24	56			H
	55	20	17,8	28,5	69,5			H
	55	20	16,8	27,5	65,5			FV1
	55	30	25,8	36	93			F
	58	20	16,8	36,5	68			H
	58	20	15,8	35,5	64			FV1
	58	25	21,8	44	86,5			H
52	57	12	9,8	15,6	31,5	53	80	FC
	57	17	13,8	20,4	45			FC
	60	24	20,8	45	90			
55	60	20	17,8	29	73,5	50	75	H
	60	30	25,8	38	104			F
	63	15	12	29	52			F
	63	20	16,8	38	75			
	63	25	21,8	47,5	98			
	63	32	27,8	57	125			F
58	63	17	13,8	26	64	48	70	F
60	65	20	17,8	30,5	80			H
	65	30	25,8	40,5	116			F
	66	33	28,7	43	108			FZW
	68	20	16,8	40	80			
	68	23	19,8	46,5	98			F
	68	25	21,8	49	104			
	68	20	27,5	44	91,5			ZW
	68	34	31,5	57	129			ZW
	75	42	38	112	196			FV1
63	71	20	16,8	39	80	45	67	
64	70	16	11,8	25	56			F
65	70	20	17,8	27	69,5	43	63	CH
	70	30	25,8	42,5	125			F

segue

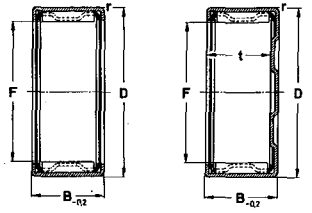
segue: Cuscinetti a rullini FAG

Alb. F	E	Bk	lw	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Suff. di sigl.
mm				kN				
65	73	30	26,8	57	129	43	63	H
68	74	30	26,8	45	120	40	60	CH
70	76	20	15,8	34	85			F
	76	30	25,8	49	134			F
	78	23	19,8	47,5	106			F
	78	30	26,8	58,5	140			
	78	46	42,5	75	190			ZW
	80	30	25	73,5	160			F
72	80	20	16,8	42,5	91,5			
73	79	20	15,8	35,5	90	38	56	F
75	83	23	19,8	50	116			
	83	30	23,8	57	140			F

Alb. F	E	Bk	lw	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Suff. di sigl.
mm				kN				
75	83	46	41,7	76,5	200	38	56	FZW
80	88	30	26,8	64	163	36	53	
85	93	25	19,8	53	129	34	50	F
90	98	25	19,8	52	129	30	45	F
100	108	30	23,8	68	193	28	43	F
110	118	30	23,8	71	208	24	38	F
130	137	24	19,8	61	200	19	32	F

Il programma standard comprende anche gabbie a rullini di elevate prestazioni per perni di manovella e spinotti.
Chiedere catalogo FAG 41501/2 IC.

- Bussole a rullini DIN 618 -
Suffissi: Costr. modif. A. Gabbia massicc. in plast.: TN. I tipi HK sono senza fondello. I tipi BK sono chiuse da un lato e adatte per estrem. alberi. Le gabbie sono press. negli alloggiamenti. Tab.10 Toll. N6(N7) ghisa, acc. alloggiam. R6(R7) lega leggera. Anello int. vedi paragr.relativo Car.din.e stat.equiv.Po = Fr(kN).



HK BK

Sigla: HK(o BK)(quote F-B)suffis.

Alb. F	D	B	t	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigla e suffis.
mm				kN				
4	8	8		1,76	1,37	320	480	HK-TN
5	9	9		2,12	1,76	240	380	HK
6	10	9		3,05	3	200	340	HK
7	11	9		2,65	2,5	180	300	HK
8	12	8		2,8	2,85	160	260	HK-A
	12	10		3,65	4			HK
9	13	10		4,4	5,3	150	240	HK
	13	12		5,4	6,7			HK
	13	12	10,2	5,4	6,7			BK
10	14	10		4,65	5,7	140	220	HK
	14	10	8,2	4,65	5,7			BK

Alb. F	D	B	t	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigla e suffis.
mm				kN				
10	14	12		5,6	7,35	140	220	HK
	14	12	10,9	5,6	7,35			BK
	14	15		6,7	9,15			HK
12	16	10		4,55	5,85	120	190	HK
	16	10	8,2	4,55	5,85			BK
	18	12		6,55	7,8			HK
13	19	12		6,8	8,5	110	180	HK
14	20	12		6,8	8,5	100	170	HK
15	21	12		7,5	9,8	95	160	HK
	21	16		10,2	14,6			HK
	21	22		12,9	19,6			HK(*)
16	22	12		7,35	9,8			HK
	22	16		10,2	15			HK
	22	22		12,7	19,6			HK(*)
17	23	12		7,65	10,6	90	150	HK
18	24	12		8	11,2			HK
	24	16		11	17			HK
20	26	12		8,5	12,7	80	130	HK
	26	16		11,8	19			HK
	26	20		14,6	25,5			HK
	26	30		20	38			HK(*)
22	28	12		8,65	13,4	75	120	HK
	28	16		12,5	21,2			HK
	28	20		14,6	25,5			HK
25	32	16		15,6	25	67	100	HK
	32	20		19,6	34			HK
	32	26		23,6	43			HK
	32	38		33,5	68			HK(*)
28	35	16		15,3	25,5	63	95	HK
	35	20		20	36			HK
30	37	12		11,2	17,3	56	85	HK
	37	16		16	28			HK
	37	20		20,4	37,5			HK
	37	26		26	52			HK
	37	38		34,5	75			HK(*)

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

Alb. F	D	B	t	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigla e suffis.
mm				kN				
35	42	12		11,8	20	50	75	HK
	42	16		16,6	30,5			HK
	42	20		23,2	47,5			HK
40	47	16		18	35,5	45	67	HK
	47	20		24	51			HK

Alb. F	D	B	t	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigla e suff.
mm				kN				
45	52	16		19	39	40	60	HK
	52	20		25	56			HK
50	58	20		27,5	57	36	53	HK
	58	25		33,5	75			HK

(*) Queste boccole hanno due gabbie a rullini ed un foro di lubrificazione

- Cuscinetti a rullini con e senza anello interno, con tenuta -

Suffissi:
2 bordi fissi A
2 bordi fissi 2 anelli ten. A.2RS
Scan.e foro lubr. an. est. ASR1
1 bordo fisso 1 rondel. ancorag., gabbia massiccia in plast. B.TN
Gabbia massiccia in plastica TN
2 anelli di tenuta .2RS

- Cusc. a rull. senza an. interno sulla quota E, tolleranza F6.
Piste rotolam. vedi Tabb. 7 e 8.
Anello int. vedi paragr. relativo
- Cuscinetti con tenuta -
Forniti lubrif. con gr. al litio.
Temperat. elevata vedi tabella 4.
Temperatura min esercizio -30°C.

- Tabella 11 - Gioco radiale in µm -
(Scambiando gli anelli estraibili il gioco radiale risulta maggiorato)

Ø nom. foro	oltre	fino	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315
			24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
C2	min		10	10	12	15	15	20	25	25	30	35	35	40	45	50	55	60	65
	max		20	25	25	30	35	40	45	50	60	65	75	80	90	100	110	120	135
nor-	min		20	25	25	30	35	40	45	50	60	65	75	80	90	100	110	120	135
male	max		30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	135	150	165	180	200
C3	min		35	40	45	50	55	70	80	95	105	115	125	140	155	170	185	205	225
	max		45	50	55	65	75	90	105	120	135	150	165	180	200	215	240	265	295
C4	min		45	50	55	65	75	90	105	120	135	150	165	180	200	215	240	265	295
	max		55	60	70	80	90	110	125	145	160	180	200	220	240	265	295	325	360

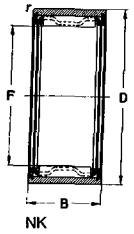
Toll. cusc. con anello int. e est. si consiglia: k6....p6 (albero). N7...P7 (alloggiam.) secondo come avviene l'accopp. Toll. cusc. senza anello int. K6, toll. albero:

Misura nom. albero	*≤80*	*>80*
infer. al normale	*k5*	*k5*
normale	*h5*	*h5*
super. al normale	*g6*	*f6*
Car. equiv. P = Fr, Po = Fr (kN)		

- Cuscinetti a rullini senza anello interno -
Sigla,(cusc.NK): NK(quote d-B) Suffisso,(cusc.RNA): come in tab.

Alb. d	D	B	r	F	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigle e suffissi
mm					kN				
5	10	10	0,15	5	2,12	1,76	260	400	NK B.TN
6	12	12		6	2,9	2,8	220	360	NK TN
7	14	10	0,3	7	2,65	2,5	200	340	NK TN
8	15	12		8	3,8	4,25	190	320	NK
	15	16			5	5,85			NK
9	16	12		9	4,05	4,75	180	300	NK
	16	16			5,3	6,55			NK
10	17	12		10	5,2	6,55	170	280	NK
	17	16			5,6	7,35			NK
12	19	12		12	5,6	7,65	160	260	NK
	19	16			6,4	9,15			NK
14	22	13		14	8,15	9,15			RNA 4900

Sezione

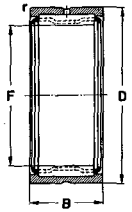


NK

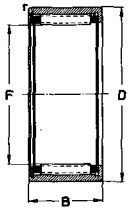
segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

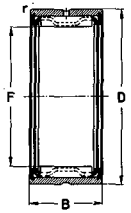
Alb. d	D	B	r	F	Fatt.car. C	Fatt.car. Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigle e suffissi	Sezione
	mm				kN					
14	22	16	0,3	14	11	13,7	160	260	NK A	
	22	20			13,2	17,3			NK A	
15	23	16		15	10,8	13,7			NK A	
	23	20			13,2	17,3			NK A	
16	24	13		16	9	11			RNA 4901	
	24	16			11,4	15			NK A	
	24	20			13,7	19			NK A	
	24	22			14,3	20			RNA 6901A	
17	25	16		17	12	16			NK A	
18	25	16		18	12	16,3			NK A	
20	28	13		20	10,2	13,7	130	200	RNA 4902	
	28	16			12,5	17,6			NK A	
	28	20			15,6	23,6			NK A	
	28	23			16,6	25,5			RNA 6902A	
22	30	13		22	10,4	14,6	120	190	RNA 4903	
	30	16			13,4	20			NK A	
	30	20			16	25			NK A	
	30	23			18	29			RNA 6903A	
24	32	20		24	17,3	28,5	100	170	NK A	
25	33	16		25	14,3	22,4			NK A	
	33	20			17	28,5			NK A	
	37	17			19	23,6			RNA 4904	
	37	17			33,5	49			RNA 6904A	
26	34	16		26	14,6	23,6	95	160	NK A	
	34	20			17,6	30			NK A	
28	37	20		28	20	32	90	150	NK A	
	39	17			20,8	27,5			RNA 49/22	
30	40	20		30	21,6	36	85	140	NK A	
	40	30			31,5	58,5			NK A	
	42	17			21,6	30			RNA 4905	
	42	30			36,5	57			RNA 6905A	
32	42	20		32	22	37,5	80	130	NK A	
	42	30			32,5	62			NK A	
	45	17			22,4	31,5			RNA 49/28	
	47	22			32,5	44			NKS 32A	
35	45	20		35	23,2	41,5	75	120	NK A	
	45	30			24	68			NK A	
	47	17			23,2	33,5			RNA 4906	
	47	30			39	65,5			RNA 6906A	
	50	22	0,6		34	47,5			NKS 35A	
40	50	20	0,3	40	25	47,5	67	100	NK A	
	50	30			36,5	76,5			NK A	
	52	20	0,6		28,5	46,5			RNA 49/32	
	52	36			43	78			RNA49/32A	
42	55	20		42	29	49			RNA 4907	
	55	36			44	83			RNA 6907A	
43	58	22		43	37,5	57	63	95	NKS 43A	
45	55	20	0,3	45	26,5	53			NK A	
	55	30			39	86,5			NK A	
47	57	20		47	27	55	60	90	NK A	
	57	30			39	90			NK A	



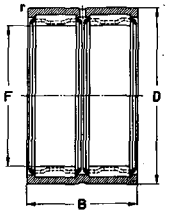
NK.A, NKS.A, RNA48, RNA49, RNA69A (F≦35 mm)



NK.B.TN



NK.ASR1

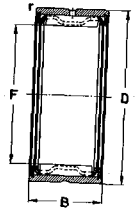


RNA69A (F≧40 mm)

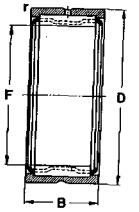
segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

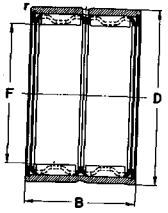
Alb. d	D	B	r	F	Fatt.car. C	Fatt.car. Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹x100		Sigle e suffissi	Sezione
	mm				kN					
48	62	22	0,6	48	40	64	56	85	RNA 4908	
	62	40			64	118			RNA 6908A	
50	62	25		50	37,5	76,5			NK A	
	62	35			51	114			NK A	
52	68	22		52	41,5	69,5	53	80	RNA 4909	
55	68	25		55	41,5	81,5	50	75	NK A	
	68	35			57	122			NK A	
58	72	22		58	43	76,5	48	70	RNA 4910	
	72	40			67	132			RNA 6910A	
60	72	25		60	40	88			NK A	
	72	35			55	132			NK A	
63	80	25	1	63	56	100	45	67	RNA 4911	
65	78	25	0,6	65	43	91,5	43	63	NK A	
68	82	25		68	44	95	40	60	NK A	
	85	25	1		58,5	108			RNA 4912	
70	85	25	0,6	70	41,5	90			NK ASR1	
72	90	25	1	72	58,5	114			RNA 4913	
	90	45			95	196			RNA 6913A	
75	92	25	0,6	75	41,5	91,5	38	56	NK ASR1	
80	95	25	1	80	58,5	122	36	53	NK A	
	100	30			78	150			RNA 4914	
	100	54			125	270			RNA 6914A	
85	105	25		85	44	102	34	50	NK ASR1	
	105	30			80	156			RNA 4915	
	105	54			129	290			RNA 6915A	
90	110	25		90	72	140	30	45	NK A	
	110	30			83	170			RNA 4916	
95	115	36		95	104	228			NK A	
100	120	26		100	48	120	28	43	NK ASR1	
	120	35	1,1		100	220			RNA 4917	
105	125	26	1	105	50	129	26	40	NK ASR1	
	125	35	1,1		104	236			RNA 4918	
110	130	35		110	106	245	24	38	RNA 4919	
115	140	40		115	127	285	22	36	RNA 4920	
125	150	40		125	134	315	20	34	RNA 4922	
135	165	45		135	160	380	18	30	RNA 4924	
150	180	50		150	190	490	17	28	RNA 4826	



NK.ASR1



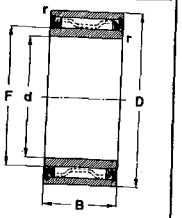
RNA48, RNA49



RNA69

- Cuscinetti a rullini con anello interno -
Sigla (cusc.NKJ): NKJ (quote d-B) Suffissi

Alb. d	D	B	r	F	s	Fatt.car. C	Fatt.car. Co	Lim.veloc gras.olio min	x100	Sigle e suffis.
	mm					kN				
5	15	12	0,3	8	1,5	3,8	4,25	190	320	NKJ
6	16	12		9		4,05	4,75	180	300	NKJ
7	17	12		10		5,2	6,55	170	280	NKJ
	17	16		10		5,6	7,35			NKJ
9	19	16		12		6,4	9,15	160	260	NKJ
10	22	13		14	1	9,15	9,15			NA 4900
	22	16		14	1,5	11	13,7			NKJ A
	22	20		14		13,2	17,3			NKJ A
12	24	13		16		9	11	150	240	NA 4901

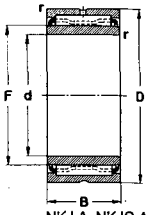


NKJ

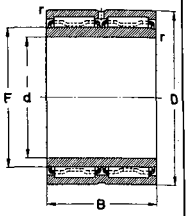
segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

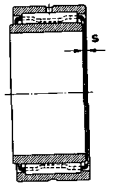
Alb. d	D	B	r	F	s	Fatt.car. C	Co	Lim.veloc. gras.olio min⁻¹ x100		Sigle e suffissi	Sezione
	mm					kN					
12	24	16	0,3	16	1,5	11,4	15	150	140	NKJ A	
	24	20		16		13,7	19			NKJ A	
	24	22		16	1	14,3	20			NA 6901A	
15	27	16		19	1,5	12,5	17,3	140	220	NKJ A	
	27	20		19		15	22			NKJ A	
	28	13		20	1	10,2	13,7	130	200	NA 4902	
	28	23		20	1,5	16,6	25,5			NA 6902A	
17	29	16		21	2	13,4	22			NKJ A	
	29	20		21	1,5	16,3	25			NKJ A	
	30	13		22	1	10,4	14,6	120	190	NA 4903	
	30	23		22	1,5	13	29			NA 6903A	
	37	20	0,6	24	1	26	31	100	170	NKJS 17A	
20	32	16	0,3	24	1,5	14,3	22,4			NKJ A	
	32	20		24		17,3	28,5			NKJ A	
	37	17		25		19	23,6			NA 4904	
	37	30		25		33,5	49			NA 6904A	
	42	20	0,6	28	1	27,5	36,5	90	150	NKJS 20A	
22	34	16	0,3	26	1,5	14,6	23,6	95	160	NKJ A	
	34	20		26	2	17,6	30			NKJ A	
	39	17		28	1,5	20,8	27,5	90	150	NA 49/22	
25	38	20		29	2	20,8	34	85	140	NKJ A	
	38	30		29	2	27	54			NKJ A	
	42	17		30	1,5	21,6	30			NA 4905	
	42	30		30		36,5	57			NA 6905A	
	47	22	0,6	32		32,5	44	80	130	NKJS 25A	
28	42	20	0,3	32	2	22	37,5			NKJ A	
	42	30		32		32,5	62			NKJ A	
	45	17		32	1,5	22,4	31,5			NA 49/28	
	45	30		32		40	60			NA 69/28A	
30	45	20		35		23,2	41,5	75	120	NKJ A	
	45	30		35		34	68			NKJ A	
	47	17		35		23,2	33,5			NA 4906	
	47	30		35	1	39	65,5			NA 6906A	
	52	22	0,6	37	1,5	35,5	51			NKJS 30A	
32	47	20	0,3	37	2	23,6	43			NKJ A	
	52	20	0,6	40	1,5	28,5	46,5	67	100	NA 49/32	
	52	36		40	1	43	78			NA 69/32A	
35	50	20	0,3	40	2	25	47,5			NKJ A	
	50	30		40	1,5	36,5	76,5			NKJ A	
	55	20	0,6	42		29	49			NA 4907	
	55	36		42	1	44	83			NA 6907A	
	58	22		43		37,5	57	63	95	NKJS 35A	
38	53	20	0,3	43	2	26	51			NKJ A	
40	55	20		45		26,5	53			NKJ A	
	55	30		45	1,5	39	86,5			NKJ A	
	62	22	0,6	48	2	40	64	56	85	NA 4908	
	62	40		48	1,5	64	118			NA 6908A	
	65	22	1	50	1	41,5	68			NKJS 40A	
42	57	30	0,3	47	1,5	39	90	60	90	NKJ A	
45	62	25	0,6	50	3	37,5	76,5	56	85	NKJ A	
	62	35		50		51	114			NKJ A	



NKJ.A, NKJS.A, NA49, NA69A (d ≦ 30 mm)



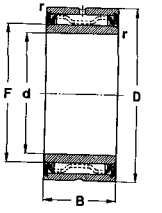
NA69A (d ≧ 32 mm)



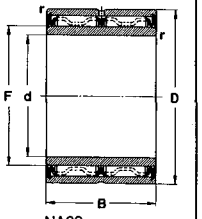
segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

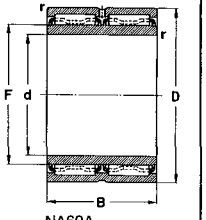
Alb. d	D	B	r	F	s	Fatt.car. C	Co	Lim.vel. gras.ol. min⁻¹x100		Sigle e suffissi	Sezione
	mm					kN					
45	68	28	0,6	52	2	41,5	69,5	53	80	NA 4909	
	68	40		52	1,5	65,5	125			NA 6909A	
	72	22	1	55	1	42,5	72	50	75	NKJS 45A	
50	68	25	0,6	55	3	41,5	81,5			NKJ A	
	68	35		55		57	122			NKJ A	
	72	22		58	2	43	76,5	48	70	NA 4910	
	72	40		58	1,5	67	132			NA 6910A	
	80	28	1,1	60		60	98			NKJS 50A	
55	72	25	0,6	60	3	40	88			NKJ A	
	72	35		60		55	132			NKJ A	
	80	25	1	63	2,5	56	100	45	67	NA 4911	
	80	45		63		83	160			NA 6911A	
	85	28	1,1	65	1,5	64	108	43	63	NKJS 55A	
60	82	23	0,6	68	2	44	95	40	60	NKJ A	
	82	35		68	2,5	60	143			NKJ A	
	85	25	1	68	1,5	58,5	108			NA 4912	
	85	45		68	2	71	176			NA 6912	
	90	28	1,1	70	1,5	65,5	114			NKJS 60A	
65	90	25	1	72		58,5	114			NA 4913	
	90	35	0,6	73	2	69,5	160	38	56	NKJ A	
	90	45	1	72		95	196	40	60	NA 6913A	
	95	28	1,1	75	1,5	71	129	38	56	NKJS 65A	
70	95	25	1	80	2	58,5	122	36	53	NKJ A	
	95	35		80	3,5	64	163			NKJ ASR1	
	100	30		80	2,5	78	130			NA 4914	
	100	54		80	2	125	270			NA 6914A	
	100	28	1,1	80	1,5	72	137	34	50	NKJS 70A	
75	105	25	1	85	2	44	102			NKJ ASR1	
	105	30		85	2,5	80	156			NA 4915	
	105	35		85	2	98	208			NKJ A	
	105	54		85		129	290			NA 6915A	
80	110	30		90	2,5	83	170	30	45	NA 4916	
	110	35		90	2	102	220			NKJ A	
	110	54		90		118	320			NA 6916	
85	115	26		95	3	46,5	116			NKJ ASR1	
	120	35	1,1	100	2,5	100	220	28	43	NA 4917	
	120	63		100	2	143	415			NA 6917	
90	120	36	1	100	2,5	108	245			NKJ A	
	125	35	1,1	105		104	236	26	40	NA 4918	
	125	63		105	2	146	440			NA 6918	
95	125	26	1	105	2,5	50	129			NKJ ASR1	
	130	35	1,1	110		106	245	24	38	NA 4919	
	130	63		110	2	150	455			NA 6919	
100	130	40		110	3	122	290			NKJ A	
	135	32		115	2	95	216	33	36	NKJS100A	
	140	40		115	3,5	127	285			NA 4920	
110	140	30	1	120	0,5	81,5	216	20	34	NA 4822	
	150	40	1,1	125	3,5	134	315			NA 4922	
120	150	30	1	130	0,5	85	236	19	32	NA 4824	
	165	45	1,1	135	3,5	160	380	18	30	NA 4924	
130	165	35		145	1	98	300	17	28	NA 4826	



NKJ.ASR1
NAK



NA69



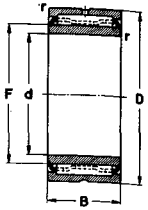
NA69A

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

Alb. d	D	B	r	F	s	Fatt.car. C	Fatt.car. Co	Lim.veloc. gras. min⁻¹ x100	Lim.veloc. olio min⁻¹ x100	Sigle e suffissi
mm						kN				
130	180	50	1,5	150	3	190	490	17	28	NA 4926
140	175	35	1,1	155	1	102	315	16	26	NA 4828
	190	50	1,5	160	3	193	520			NA 4928
150	190	40	1,1	165	2	125	375			NA 4830
160	200	40		175		139	390	15	24	NA 4832
170	215	45		185		163	480	14	22	NA 4834
180	225	45		195		166	510			NA 4836
190	240	50	1,5	210	2,5	193	630	13	20	NA 4838
200	250	50		220		196	655	12	19	NA 4840
220	270	50		240		208	710	10	17	NA 4844
240	300	60	2	265		290	1040	9,5	16	NA 4848
260	320	60		285		300	1120	9	15	NA 4852
280	350	69		305	3	380	1270	8,5	14	NA 4856
300	380	80	2,1	330	3;5	540	1800	8	13	NA 4860
320	400	80		350		540	1860	7,5	12	NA 4864

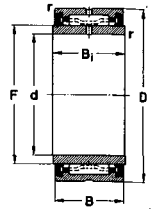
Sezione



NA48

- Cuscinetti a rullini con tenuta, con anello interno -

Alb. d	D	B	Bi	r	F	Fatt.car. C	Fatt.car. Co	Lim.vel. grasso min⁻¹x100	Sigla
mm						kN			
10	22	13	14	0,3	14	6,55	6,95	100	NA 4900A.2RS
12	24	13	14		16	7,2	8,3		NA 4901A.2RS
15	28	13	14		20	8,15	10,4	85	NA 4902A.2RS
17	30	13	14		22	8,5	11	75	NA 4903A.2RS
20	37	17	18		25	16,3	19,6	67	NA 4904A.2RS
25	42	17	18		30	18,6	24,5	56	NA 4905A.2RS
30	47	17	18		35	19,6	27,5	48	NA 4906A.2RS
35	55	20	21	0,6	42	26	41,5	40	NA 4907A.2RS
40	62	22	23		48	34,5	53	34	NA 4908A.2RS
45	68	22	23		52	34,5	54	32	NA 4909A.2RS
50	72	22	23		58	36	60	28	NA 4910A.2RS



NA49A.2RS

- Cuscinetti combinati a rullini e a sfere obliqui -
- Cuscinetti combinati a rullini e a sfere assiali -

I cuscinetti a rullini e a sfere a contatto obliquo vengono impiegati in spazi ristretti ad elevato num. di giri, carichi radiali elev. e piccole spinte assiali nei due sensi. NJA 59 e DNJB 59, non sono divisibili. NKJA 59 (agisce su un solo lato) NKJB 59 (agisce su due lati) e sono divisib. Toll. e giochi rad. sono normali e gli stessi dei cusc. rad. (tab.5) Toll. allogg.: J6 per carico fisso, M6 per carico rotante.
- Carico dinamico e statico -
corona rullini P = Fr, Po = Fr
Cor. sfere P = 1,5·Fa, Po = 1,5·Fa.
I cusc. a rullini a sfere assiali NAXK e NAXK.Z sono per car. radiali e ass. elevati in una direz. Toll. corona rullini: F6. Per alberi non trattati, possono essere usati anelli int. commerciali. Toll. giochi rad. e tolleranze alberi sono gli stessi dei cuscinetti radiali e assiali (tab. 5,6,7) Toll. allogg.: K6 per accoppiamenti rigidi M6. Carico minimo assiale. Con numero di giri medio o elevato, le condizioni di rotolam. sono disturbate dalle forze di massa delle sfere, quando il carico assiale Fa é inferiore al valore minimo.
Questo si trova con la formula

MONDIAL S.p.a. Via Keplero 18-20124 MILANO 02/66810.1 Fax 02/6070968

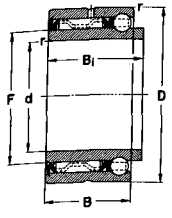
segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

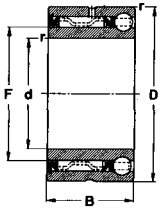
$Fa_{min} = M\ (N_{max} : 1000)^2$ (kN)
M si trova in tab. dimens. Se il carico ass. é troppo basso si può precaric. il cusc. p.e. con molle

Carichi din. e stat. cor. rullini P=Fr, Po=Fr. cor.sfere P=Fa,Po=Fa
Disponibili anche cusc. a rullini e rulli cilindrici assiali.

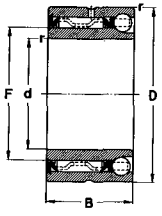
- Cuscinetti combinati a rullini e sfere obliqui -



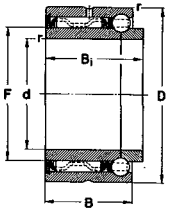
DNJB59



NJA59



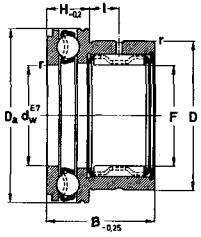
NKJA59



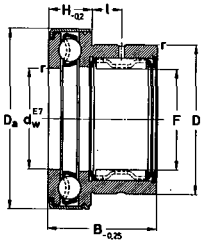
NKJB59

Alb. d	F	D	B	Bi	r	Fat.car.rull. C	Fat.car.rull. Co	Fat.car.sfere C	Fat.car.sfere Co	Lim.veloc. gras. min⁻¹x100	Lim.veloc. olio min⁻¹x100	Sigla
mm						kN		kN				
12	16	24	16	-	0,3	7,35	9,8	2,55	1,04	150	240	NJA 5901
15	20	28	18	-		9,5	14,3	2,9	1,37	130	200	NJA 5902
	20	28	18	20		9,5	14,3	2,9	1,37			DNJB 5902
17	22	30	18	-		10	16	3,05	1,53	120	190	NKJA 5903
	22	30	18	20		10	16	3,05	1,53			NKJB 5903
20	25	37	23	-		16	23,2	4,9	2,5	100	110	NKJA 5904
	25	37	23	25		16	23,2	4,9	2,5			NKJB 5904
25	30	42	23	-		17	26,5	5,85	3,1	85	140	NJA 5905
	30	42	23	25		17	26,5	5,85	3,1			DNJB 5905
30	35	47	23	-		19	32	6	3,45	75	120	NJA 5906
	35	47	23	25		19	32	6	3,45			DNJB 5906
35	42	55	27	-	0,6	27,5	49	9,3	5,3	67	100	NKJA 5907
	42	55	27	30		27,5	49	9,3	5,3			NKJB 5907
40	48	62	30	-		31,5	61	10,2	6,4	56	85	NJA 5908
	48	62	30	34		31,5	61	10,2	6,4			DNJB 5908
45	52	68	30	-		32,5	65,5	10,4	6,95	53	80	NJA 5909
50	58	72	30	-		34	71	10,8	7,5	48	70	NJA 5910
55	63	80	34	-	1	39	80	12,7	9,15	45	67	NJA 5911
60	68	85	34	-		41,5	88	13,2	9,8	40	60	NJA 5912
65	72	90	34	-		42,5	91,5	13,4	10,4			NJA 5913
70	80	100	40	-		65,5	143	18	14	36	53	NJA 5914

- Cuscinetti combinati a rullini e a sfere assiali -



NAXK



NAXK.Z

I cusc. combinati a rullini e a sfere a gole profonde assiali sopportano elevati carichi assiali in una sola direzione. Per lo più vengono montati due cuscinetti accoppiati in modo da sopportare carichi nei due sensi.

segue

segue: Cuscinetti a rullini FAG

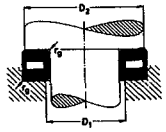
Alb. F	D	B	dw	Da	H	I	r	Fatt. di carico (kN) rullini C	rullini Co	sfere C	sfere Co	Costr. car.m M	Lim. veloc. gras. olio min⁻¹ x100		Sigle cusc. NAXK	anel. int. JR
			mm													
10	19	23	10	24	9	6,5	0,3	7,5	8,8	10	11,8	0,001	70	95	10	
				25											10Z	
12	21	23	12	26	9	6,5	0,3	7,1	8,65	10,4	12,9	0,001	67	90	12	9x12x16
				27											12Z	9x12x16
15	24	23	15	28	9	6,5	0,3	9,15	12,7	10,6	14	0,002	63	85	15	
				29											15Z	
17	26	25	17	30	9	8	0,3	10,8	16,3	11,4	16,6	0,002	63	85	17	
				31											17Z	
20	30	30	20	35	10	10,5	0,3	14	24	15	22,4	0,004	53	70	20	
				36											20Z	
25	37	30	25	42	11	9,5	0,6	18	30,5	18	30	0,006	48	63	25	10x25x20
				43											25Z	20x25x20
30	42	30	30	47	11	9,5	0,6	19,3	35,5	19	33,5	0,009	43	56	30	25x30x20
				48											30Z	25x30x20
35	47	30	35	52	12	9	0,6	20	39	20	39	0,011	40	53	35	30x35x20
				53											35Z	30x35x20
40	52	32	40	60	13	10	0,6	21,6	45	27	53	0,02	34	45	40	35x40x20
				61											40Z	35x40x20
45	58	32	45	65	14	9	0,6	23,6	53	28	58,5	0,024	34	45	45	40x45x20
				66,5											45Z	40x45x20
50	62	35	50	70	14	10	0,6	28,5	69,5	29	64	0,03	32	43	50	45x50x25
				71,5											50Z	45x50x25
60	72	40	60	85	17	12	1	30,5	80	41,5	95	0,063	26	36	60	50x60x25
70	85	40	70	95	18	11	1	41,5	90	40	93	0,075	24	34	70	

- Gabbie assiali a rullini (DIN 5405), Ralle di rotolamento LS -

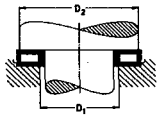
- Ralle assiali AS, Ralle di alberi WS, Ralle di alloggiamento GS -

Selezionatura rullini 2 µm. Ralle LS solo dove non é necessaria una centratura molto precisa. Ralle assiali AS (spess. 1 mm) quando non sono richieste particolari precis. di rotolam.. Ralle WS e GS, precis. di corsa, forme e dimensioni con toll. dei cusc. assiali (vedi tabella 6).

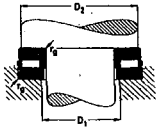
Per l'uso della sola gabbia ass. a rullini, l'albero si lavora h8, il foro allogg. H10. Piste di rotolamento (vedi tab. 7 e 8). Usando ralle WS e GS, albero H6 (j6), foro allogg. H7 (K7). Usando ralle e ralle ass., sono normali: albero h10, allogg. H11. Carichi dinamici e stat. equiv. P=Fa-Po=Fa.



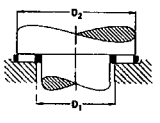
Gabbia assiale a rullini con due ralle di rotolamento LS



Gabbia assiale a rullini con due ralle assiali AS



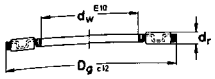
Gabbia assiale a rullini con ralla: di albero WS e di alloggiamento GS



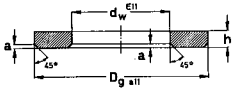
Gabbia assiale a rullini.

segue

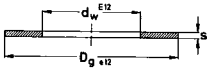
segue: Cuscinetti a rullini FAG



Gabbia assiale a rullini
Serie AXK

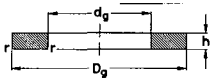


Ralla di rotolamento
Serie LS



Ralla assiale
Serie AS

Ralla di albero
Serie WS.811

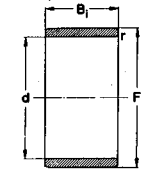


Ralla di alloggiamento
Serie GS.811

Alb. dw	dg	Dw Dg	dr	h	a	rs min. rg max	Spallam. D1 max	D2 min	Fattore di carico C	Co	Limiti di velocità gras. min	olio x100	Sigle Gabbia AXK.. Ralla LS.. Ralla AS..	Ralla WS.. Ralla GS..
				mm					kN					
15	16	28	2	2,75	0,5	0,3	17	27	9,65	33,5	45	120	.. 1528	.. 81102
17	18	30	2	2,75	0,5	0,3	19	29	10,2	36,5	43	110	.. 1730	.. 81103
20	21	35	2	2,75	0,5	0,3	22	34	11,2	43	36	90	.. 2035	.. 81104
25	26	42	2	3	1	0,6	29	41	12,5	54	28	70	.. 2542	.. 81105
30	32	47	2	3	1	0,6	35	46	14	65,5	24	63	.. 3047	.. 81106
35	37	52	3	3,5	1	0,6	40	51	15,3	76,5	20	56	.. 3552	.. 81107
40	42	60	3	3,5	1	0,6	45	58	24,5	110	18	50	.. 4060	.. 81108
45	47	65	3	4	1	0,6	50	63	26,5	125	16	45	.. 4565	.. 81109
50	52	70	3	4	1	0,6	55	68	28	137	14	40	.. 5070	.. 81110
55	57	78	3	5	1	0,6	60	76	36	196	12	36	.. 5578	.. 81111
60	62	85	3	4,75	1,5	1	65	83	39	240	11	34	.. 6085	.. 81112

- Anelli interni - Sigla: JR (quote d-F-Bi)

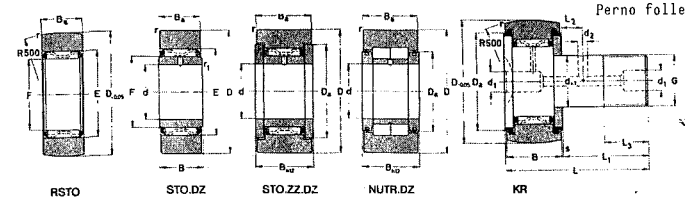
d	F	Bi	d	F	Bi	d	F	Bi	d	F	Bi	d	F	Bi	d	F	Bi
9	12	16	17	22	13	25	30	20,5	35	40	20	45	50	25	65	72	45
12	15	12,5		22	23		30	26,5		40	20,5		55	22		75	28
	15	16,5	20	25	17		30	30		40	30		55	40	70	80	30
	15	18,5		25	20	30	35	17	40	45	17	50	55	25		80	54
	15	22,5		25	26,5		35	20		45	20		58	22	80	90	25
15	18	16,5		25	30		35	20,5		45	30		60	25	85	95	26
	20	13	25	50	16		35	30		45	40		60	40	90	100	36
17	20	16,5		30	17	32	40	36		48	40	55	60	25	100	115	40
	20	30,5		30	20	35	40	17		50	20	60	68	45	110	125	40



JR

- Rulli di contrasto (cusc.per eccentr. camme, bilanc.guide slitta
- Rulli folli (eccentrici, camme, leve di ribaltamento, rulli di guida e di pressione) In molte esecuzioni, Ø est. da 16 a 110 mm (perni folli da 16 a 90 mm) con e senza bombature sul Ø esterno.

Perno folle



RSTO STO.DZ STO.ZZ.DZ NUTR.DZ KR

Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB

GIMAR - Milano Via F. Busoni 7/A (02)5512004 fax (02)5466163

Il cuscinetto a sfere radiale con gabbia é il più versatile dei tipi di microcuscinetti. La sua costruzione a gole profonde e l'uso di gabbia per separare le sfere, consente il funzionamento con una minima coppia di frizione sotto un carico radiale o assiale o combinato. Gabbie - Il tipo di un solo pezzo di acciaio inox pressato a corona (C) é il più largamente usato in strumenti per applicazioni a basse ed alte velocità. Il tipo a due pezzi in acciaio inox pressato e ribadito (R) é particolarmente adatto per applicazioni a basse velocità e minima coppia di frizione. Il tipo di un pezzo in plastica (MCK) é usato in applicazioni silensiose per basse e alte velocità. I cuscinetti a pieno riempimento di sfere non usano gabbie. Prevedeno la max capacità di carico e sono adatti per applicazioni a basse velocità ed a solo carico radiale.

Sistema di identificazione (cuscinetti radiali)

Codice posiz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Caratteristiche	Materiale	N° di base	Flange	Tipo	Caratteris.	Tolleranze	Gioco rad.	Lubrificazione	Coppia	Codice dimens	Precar. coppia
Esempio A	S	418	F	C	H	7	-	-	Q13	-	-
Esempio B	S	1014	-	MC	-	5	P38	LYC5	-	ZDM	DB10

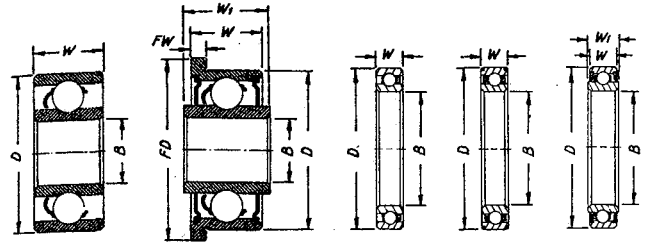
1 - MATERIALE:
S = AISI 440 C Acciaio inox.
C = SAE 52100 Acciaio al cromo.
N = Rame berillio (amagnetico).
2 - N° DI BASE:
Sviluppo delle dimens. di base.
3 - FLANGE:
F = Cuscinetto flangiato.
4 - TIPO:
Senza simbolo = pieno riemp.sfere
A = Sfere sottomisura alternate.
B = Anello esterno fratturato.
C = Gabbia a corona acciaio inox.
M = Non separabile gabbia fenol.
MB = Anello est. sep. gabbia fen.
MBORA = Anello est. gabbia e sfere sottogruppo.
MC = Gabbia di 1 pezzo fenolica.
MCD = Gabbia 1 pezzo tipo a scatto resina acetalica.
MCJ = c. s. autolubrificante.
MCK = Gabbia 1 pezzo Minipar II.
MR = Non separab. pieno riemp.sf.
R = Gabbia nastro di acciaio inox
5 - CARATTERISTICHE:
H = Singolo shermo ; HH = doppio.
Z = Sing. tenuta olio; ZZ=doppia.
OH = Singolo schermo sul lato opposto alla flangia.
OZ = Singola tenuta olio sul lato opposto alla flangia.
E = Anello interno largo.
N = Più stretto della lar. stand.
W = Più largo della largh. stand.
6 - TOLLERANZE:
1 = classe 1; 3 = classe 3.
5 = ABEC 5P o 5T; 7= ABEC 7C o 7T
7 - GIOCO RADIALE:
P (seg. da 2 numeri) Esempio:
P28 = toll. stand. 5 ÷ 20 µm,
P58 = toll. 13÷20µm; P25 = 5÷38µm
8 - LUBRIFICAZIONE:
LD = Cusc. non lubrificato.
LO (seg. da un numero) indica lo specifico olio lubrificante.
LG = c. s. (grasso)
LY (seg. da un numero) indica un altro lubrif. approvato da MPB
LOV o LYV (seg. da un numero)olio di cui é impregnat.la gabbia.
LOC o LYC (seg. da un numero)olio con cui é centrifug. il cusc.
LFG (seg. da un numero) indica la qual. della pellic. di grasso
9 - COPPIA:
Q (seg. da un numero) max coppia di spunto in mg/mm.
V (seg. da un numero) max coppia di marcia in mg/mm.
10 - CODICE DIMENSIONALE:
ZO = Qualità solo Ø esterno.
ZB = Qualità solo foro.
ZD = Qualità Ø esterno e foro.
ZDM = Qual. Ø est. e foro coppia.
11 - PRECARICA COPPIE:
DB = Montaggio spalla a spalla.
DF = Montaggio faccia a faccia.
DT = Mont. in tandem (il num. che segue le lettere indica la precarica nominale).

segue

segue: Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB

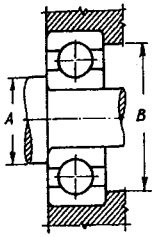
Esempio designazione: S417 FCH 7 L01 significa, cuscinetto radiale di acciaio inox (S), Ø esterno 6,35, Ø foro 3,175, spessore 2,799 (418), flangiato (F), gabbia acc. inox (C) uno schermo (H) tolleranza ABEC 7(7), lubrifican. Winsor Lube L245x(L01). Specifica standard - Cuscinetti miniatura (esclusi quelli a contatto angolare). Materiale: Acc. AISI 440C. Tolleranze ABEC 5P e 7P. Gioco radiale da 5 a 20 µm. Cuscinetti sottili, Materiale AISI 440C. Tolleranze e gioco radiale (vedi tabelle) Lubrificazione: MIL - L-6085A (escluso schermatura integrale).

Configurazione di alcuni tipi di cuscinetti



S25C S25FCHHE S610MC S610BM S1017MCHHE

Diametri di spallamento e delle sfere

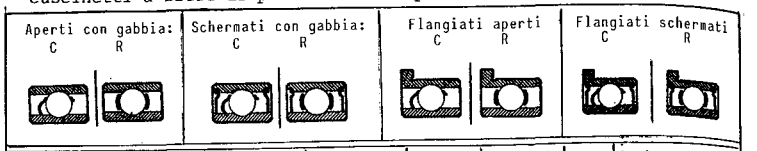


N° base cuscin.	A Ø min	B Ø max	Ø sfere	N°base cusc.	A Ø min	B Ø max	Ø sfere
Cuscinetti miniatura							
100	1	2	0,635	34	5,66	13,92	3,175
2	1,52	2,67	0,635	5632	5,33	7,47	2,381
25	1,8	3,43	0,794	6316	5,49	8,81	1,588
3	2,01	4,27	1,191	R3	6,20	11,33	2,381
3R	2,13	4,3	1	345	6,73	13,92	3,175
4	2,59	5,74	1,588	5732	6,15	7,26	3,572
3332	3	4,27	0,794	36	8,36	16,53	3,572
3332CHH	3	4,27	0,635	614	6,91	8,94	1
5	2,9	7,21	1,588	814	7,21	11,84	1,588
418	3,76	5,87	1	R4	7,87	14,35	2,381
518	3,89	7,21	1,588	R4A	8,18	17,22	3,572
618	3,89	8,81	1,588	8516	8,81	11,84	1,588
4R	4	5,9	1	38	9,68	19,02	3,969
R2	4,55	8,25	1,588	R6	11,76	20,01	3,969
R2A	4,55	11,33	1,588	R8	15,47	25,4	3,969
5532	4,57	7,47	1,191				

	N°Base cusc.	A Ø min	B Ø max	frat.	Ø sfere	N°bas. cusc.	A Ø min	B Ø max	frat.	Ø sfere
Cuscinetti extra sottili e sottili.	610	11,10	14,38	14,38	1,588	2428	39,67	42,95		1,588
	812	14,27	17,55	17,55	1,588	2630	42,85	46,13		1,588
	1014	17,45	20,73	20,73	1,588	1017	18,41	24,29	24,13	3,175
	1216	20,62	23,90	23,90	1,588	1219	21,59	28,12	27,30	3,175
	1418	23,80	27,08		1,588	1421	24,76	31,29	30,23	3,175
	1721	28,57	31,83		1,588	1724	29,54	36,07	35,10	3,175
	2024	33,32	36,68		1,588	2128	35,89	42,42	41,45	3,175
	2226	36,50	42,95		1,588	2532	42,24	48,77	47,80	3,175

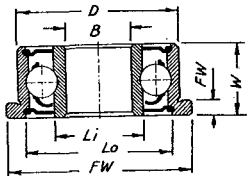
segue

Cuscinetti a sfere di precisione MPB per strumenti - Serie metrica



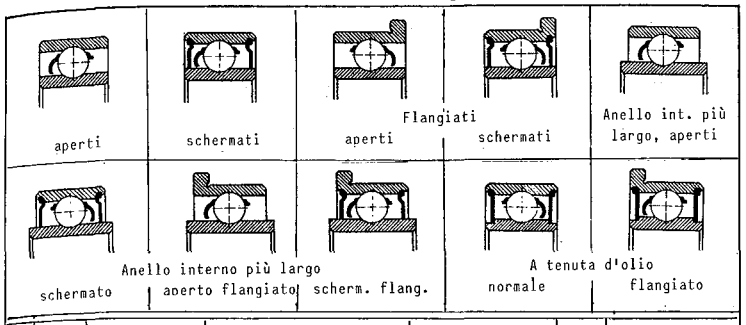
Dimensioni in mm B	D	W Ap.	W Sch.	Sigla mat. e dimensione	Normali Aper. C	Normali Aper. R	Normali Sche. C	Normali Sche. R	Flangiati Aper. C	Flangiati Aper. R	Flangiati Sche. C	Flangiati Sche. R	Dimens. flangia FD	Dimens. flangia FW	Diametri del pieno schermati Li	Diametri del pieno schermati Lo	Ø sfere	Carico ammiss. din. C	Carico ammiss. statico rad. N	Carico ammiss. statico ass. N
							HH				HH									
1	4	1,6	-	SEL1	x	-	-	-	x	-	-	-	5	0,5			0,79	76	18	49
1,5	4	1,2	2	SUL15	x	-	x	-	x	-	x	-	5	0,6			0,79			
1,5	5	2	2,6	SEL15	x	-	x	-	x	-	x	-	6,5	0,8			0,79	85	22	67
1,5	5	2	2	SEL15	-	x	-	x	-	x	-	x	6,5	0,8	2,97	4,29	0,79	98	27	62
2	5	1,5	2,3	SUL20	x	-	x	-	x	-	x	-	6,1	0,6	2,67	4,39	0,79	89	22	67
2	6	2,3	3	SEL2	x	-	x	-	x	-	x	-	7,5	0,8			0,79	89	22	67
2	6	-	2,3	SEL2	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	3,05	4,29	0,79	62	18	53
2,5	6	1,8	2,6	SUL25	x	-	x	-	x	-	x	-	7,1	0,5			1			
2,5	7	2,5	3,5	SEL25	x	-	x	-	x	-	x	-	8,5	0,7			1			
3	7	2	3	SUL30	x	-	x	-	x	-	x	-	8,1	0,5	3,76	5,84	1	169	58	142
3	8	3	4	SPL30	x	-	x	-	x	x	x	-	9,5	0,7			1,59			
3	10	4	4	SEL3	x	x	x	x	-	-	-	x	11,5	1	5,13	8,23	1,59	320	102	209
4	9	2,5	4	SUL40	x	-	x	-	x	-	x	-	10,3	0,6	4,72	8,23	1,59	320	102	209
4	13	5	5	SEL4	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	6,4	11,2	2,38	556	191	345
4	16	5	5	S 34	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	6,5	13,9	3,17	916	302	480
5	11	3	5	SUL50	x	-	x	-	x	-	x	-	12,5	0,8	6,71	9,98	1,59	351	129	271
5	16	5	5	SEL5	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	6,5	13,9	3,17	916	302	480
5	16	5	5	S 345	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	6,5	13,9	3,17	916	302	480
5	19	6	6	S 35	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	8,69	16,5	3,57	1134	423	618
6	13	3,5	5	SUL60	x	-	x	-	x	-	x	-	15	1	7,7	11,3	1,98	529	205	397
6	15	5	5	SPL60	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-			2,39			
6	19	6	6	SEL6	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	8,69	16,5	3,57	1134	423	618
6	19	6	6	S 36	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	8,69	16,5	3,57	1134	423	618
7	14	3,5	5	SUL70	x	-	x	-	x	-	x	-	16	1	8,53	11,3	1,59	409	173	360
7	17	5	5	SPL70	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-			3,57			
7	19	6	6	SEL7	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	9,8	16,5	3,57	1134	423	618
7	22	7	7	S 37	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	10,5	19	3,97	1517	614	943
8	19	6	6	SUL80	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-			3,17	1192	472	765
8	22	7	7	SEL8	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	10,5	19	3,97	1530	614	943
8	22	7	7	S 38	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	10,5	19	3,97	1530	614	943
8	24	8	8	S38A	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-			3,97	1775	614	943
9	20	6	6	SPL90	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-			3,17			
9	26	8	8	SEL9	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	13,9	22,6	4,76	3185	1864	2949

Esempio design. cusc. con gabbia tipo C
avente B = 3 mm, D = 8 mm, W = 3 mm,
aperto ..... SPL 30 C
schermato ..... SPL 30 CHH
flangiato ..... SPL 30 FC
flangiato schermato (W=4) SPL 30 FCHH
(per un solo shermo usare una sola H).
x cuscinetti disponibili (acc. inox 440C)



Cuscinetto flangiato e schermato gabbia C

Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB



Sigla mater. e dimensione	Diametri B (mm)	Diametri D (mm)	Spessore W (mm) aper.	Spessore W (mm) scher. tenu-	Spessore W (mm) anello int. più largo aper.	Spessore W (mm) anello int. più largo scher.	Flangiati Ø	Flangiati spes. aper. (mm)	Flangiati flang. scher.	Ø sfere	Carico ammiss. din. C	Carico ammiss. statico rad. N	Carico ammiss. statico ass. N
	0,635	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	1,016	3,175	1,191	-	1,984	-	4,343	0,33	-	0,635	49	13	22
S25	1,191	3,967	1,587	2,38	2,38	3,175	5,156	0,33	0,787	0,794	80	18	22
S3(C)	1,397	4,762	1,984	2,779	2,779	3,571	5,944	0,584	0,787	0,191	133	36	71
S3(R)	1,397	4,762	1,984	2,779	2,779	3,571	5,944	0,584	0,787	1	133	31	53
S4(C)	1,984	6,35	2,38	3,571	3,175	4,364	7,518	0,584	0,787	1,588	222	58	116
S4	1,984	6,35	2,38	3,571	3,175	4,364	7,518	0,584	0,787	1	156	49	120
S3332	2,380	4,762	1,587	2,38	2,38	3,175	5,944	0,457	0,787	0,794	89	22	67
S3332(R)	2,380	4,762	1,587	2,38	2,38	3,175	5,944	0,457	0,787	0,794	98	27	62
S5	2,380	7,937	2,779	3,571	3,571	4,364	9,119	0,584	0,787	1,588	280	80	160
s418(C).	3,175	6,35	2,38	2,779	3,175	3,571	7,528	0,584	0,787	1	142	44	107
S418	3,175	6,35	2,38	2,779	3,175	3,571	7,518	0,584	0,787	1	156	49	120
S518	3,175	7,937	2,779	3,571	3,571	4,364	9,119	0,584	0,787	1,588	285	85	169
S618	3,175	9,525	2,779	3,571	3,571	4,364	10,72	0,584	0,787	1,588	320	102	209
SR2	3,175	9,525	3,967	3,967	4,762	4,762	11,18	0,762	0,762	1,588	320	102	209
SR2A	3,175	12,7	4,366	4,366	-	-	-	-	-	1,588	320	102	209
S5532	3,967	7,937	2,779	3,175	3,571	3,967	9,119	0,584	0,914	1,191	191	58	147
S34	4	15,999	5,001	5,001	-	-	-	-	-	3,175	934	311	480
S5632	4,762	7,937	2,779	3,175	3,571	3,967	9,119	0,584	0,914	1,191	191	58	147
S6316	4,762	9,525	3,175	3,175	3,967	3,967	10,72	0,584	0,787	1,588	320	125	254
SR3	4,762	12,7	3,967	4,978	4,762	5,771	14,35	1,067	1,067	2,381	587	222	378
S345	5,001	15,999	5,001	5,001	-	-	-	-	-	3,175	934	311	480
	5,555	7,937	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S36	5,999	18,999	5,999	5,999	-	-	-	-	-	3,572	1192	423	636
S614	6,35	9,525	3,175	3,175	3,967	3,967	10,72	0,584	0,914	1	178	80	196
S814	6,35	12,7	3,175	4,762	3,967	5,555	13,89	0,584	1,143	1,588	400	173	347
S814(R)	6,35	12,7	3,175	4,762	3,967	5,555	13,89	0,584	1,143	1,588	427	191	383
SR4	6,35	15,875	4,978	4,978	5,771	5,771	17,53	1,067	1,067	2,381	716	285	489
SR4A	6,35	19,05	5,557	7,142	-	-	-	-	-	3,572	1197	427	645
S8516	7,937	12,7	3,967	3,967	4,762	4,762	13,89	0,787	0,787	1,588	418	191	391
S38	8,001	21,999	7	7	-	-	-	-	-	3,969	1601	623	934
SR6	9,525	22,225	5,557	7,142	-	-	24,61	1,575	1,575	3,969	2002	912	1824
SR8	12,7	28,575	6,35	7,937	-	-	-	-	-	3,969	2478	2237	3781

Disponibilità, nei vari tipi, alla pagina seguente.

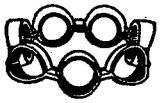
Dimensioni derivate da misure in pollici.

segue

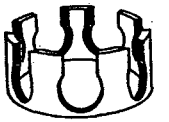
segue: Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB

Disponibilità nelle diverse esecuzioni e nei tipi di gabbia

C



R



MCK (M)

Sigla materiale e dimensione	Normali				Flangiati				Anello interno più largo								a tenuta d'olio			
	aperti			scherm.				aperti			scherm.			aperti flang.			scherm. flang.			normali			flang.		
	C	R	M	C	R	M	C	R	M	C	R	M	C	R	M	C	R	M	C	R	M	C	R	M
S2	x						x						x											
S25	x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x							
S3 (C)	x			x			x			x			x			x								
S3 (R)		x			x			x			x			x			x							
S4 (C)	x			x			x			x			x			x								
S4		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x						
S3332	x			x			x		x	x			x		x	x		x						
S3332(R)		x			x			x			x			x			x							
S5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S418 (C)	x			x			x			x			x			x			x			x		
S418		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x
S518	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S618	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SR2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SR2A	x	x	x	x	x	x														x	x			
S5532	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S34		x			x																			
S5632	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S6316	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
SR3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S345		x			x																			
S36		x			x																			
S614	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x
S814	x		x	x		x	x	x	x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x
S814 (R)		x			x			x			x			x			x			x			x	
SR4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SR4A		x			x															x				
S8516	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S38		x			x																			
SR6		x	x		x	x		x	x											x	x		x	x
SR8		x			x															x				

Esempi di designazione, cuscinetto S5, gabbia tipo C in esecuzione:

aperto S5C
schermato S5CHH
flangiato aperto S5FC
flangiato schermato S5FCHH
anello int. largo aperto S5CE
anello int. largo schermato S5CHHE
anello int. largo flangiato S5FCE
anello int. scherm. e flangiato .. S5FHHE
a tenuta d'olio S5CZZ
a tenuta d'olio flangiato S5FCZZ

segue

segue: Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB

Angolari alte velocità separab. gabbia fenolica MB

Angolari alte velocità non separ. gabbia fenolica M

Cuscinetti separabili

Dimensioni B	D	W	Sigla mater. e dimensioni	Cont. angolare aperti MB	flang. aperti FMB	Flangia diam. FD	spess. FW	Ang. contatto gradi	Gioco radiale µm	Carico ammiss. dinamico C	statico rad. N	ass.
mm						mm						
2,380	7,937	2,779	C5	x	x	9,119	0,58	16	15	280	80	160
3,175	7,937	2,779	C518	x	x	9,119	0,58	16	15	311	93	191
3,175	9,525	2,779	C618	x	x	10,72	0,58	17	17	311	102	209
3,175	9,525	3,967	CR2	x	x	11,18	0,76	16	15	311	102	209
4	15,999	5,001	C34	x		–	–	12	22	925	311	556
4,762	12,7	3,967	CR3	x	x	14,35	1,07	16	20	645	209	418
5,001	15,999	5,001	C345	x		–	–	14	25	925	311	556
5,999	18,999	5,999	C36	x		–	–	11	22	1179	422	756
6,35	12,7	3,175	C814	x	x	13,89	0,58	17	17	400	169	347
6,35	15,875	4,978	CR4	x	x	17,53	1,07	16	20	712	285	534
8,001	21,999	7	C38	x		–	–	14	30	1361	623	1103

Cuscinetti non separabili

Dimensioni B	D	W	Sigla mater. e dimensioni	Cont. angolare aperti M	flang. aperti FM	Flangia diam. FD	spess. FW	Ang. contatto gradi	Gioco radiale µm	Carico ammiss. dinamico C	statico rad. N	ass.
mm						mm						
1,397	4,762	1,984	C3		x	5,944	0,58	20	15	44	36	62
2,380	7,937	2,779	C5	x	x	9,119	0,58	12	7	311	89	182
2,380	6,35	2,380	C418	x		–	–	15	7	160	53	111
2,380	7,937	2,779	C518	x	x	9,119	0,58	12	7	311	93	191
2,380	9,525	2,779	C618	x	x	10,72	0,58	12	7	311	102	209
2,380	9,525	3,967	CR2	x	x	11,18	0,76	16	10	351	116	236
4	15,999	5,001	C34	x		–	–	16	15	1121	369	743
4,762	12,7	3,967	CR3	x	x	14,35	1,07	10	7	703	240	476
5,001	15,999	5,001	C345	x		–	–	16	15	1121	383	765
5,999	18,999	5,999	C36	x		–	–	15	10	1428	489	556
6,35	9,525	3,175	C614	x		–	–	–	–	–	–	–
6,35	12,7	3,175	C814	x	x	13,89	0,58	12	7	400	169	347
6,35	15,875	4,978	CR4	x	x	17,53	1,07	10	7	769	298	600
7,937	12,7	3,967	C8516	x	x	13,89	0,79	12	7	418	191	391
8,001	21,999	7	C38	x		–	–	14	15	1868	716	1268
9,525	22,225	5,567	CR6	x		–	–	10	10	2309	1125	2491

Cuscinetti con maggior numero di sfere, più alta capacità di carico e rigoroso assemblamento. Hanno la gabbia di laminato fenolico Quella dei separabili ritiene le sfere con l'anello esterno quando si separa quello interno che é intercambiabile con altri delle stesse dimensioni. Toll. ABEC7, toll. ang. di contatto ± 3°. Materiale acciaio al cromo SAE 52100. Consultare il fornitore per acc. inox AISI 440C (pref. S). Esempi designaz., cusc. CR2, B = 3,175, D = 9,525, W = 3,967:
Angolare separabile .... CR 2 MB.
Angolare flangiato .... CR 2 FMB.
Angol. non separabile ... CR 2 M.
Ang. non separ. flang. CR 2 FM.

segue

segue: Cuscinetti a sfere di precisione per strumenti MPB

Cuscinetti a pieno riempimento sfere

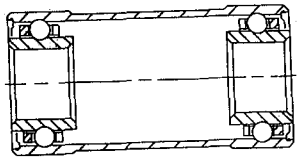
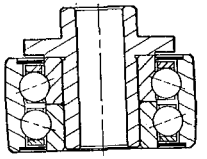
aperti | *schermati* | *flangiati aperti* | *flangiati sherm.*

Dimensioni B	D	W aperti	W scherm	Sigla mat.e dimensioni	Pieno riempimento sfere aperti	scherm HH	flangiati aperti F	flangiati scherm FHH	Flangia diam. FD	spes FW	Sfe-re n°	Car. amm. din. C	Stat rad.
mm									mm			N	
0,635	2,54	0,792	–	S100	x				–	–	7	53	13
1,016	3,175	1,191	–	S2	x		x		4,343	0,33	10	76	22
1,191	3,967	1,587	–	S25	x		x		5,156	0,33	10	111	27
1,397	4,762	1,984	2,778	S3	x	x	x	x	5,944	0,58	8	182	49
1,984	6,35	2,38	3,571	S4	x	x	x	x	7,518	0,58	8	307	89
2,380	4,762	1,587	2,380	S3332	x	x	x	x	5,944	0,46	14	142	49
2,380	7,937	2,779	3,571	S5	x	x	x	x	9,119	0,58	11	423	142
3,175	6,35	2,380	2,779	S418	x	x	x	x	7,518	0,58	15	236	98
3,175	7,937	2,779	3,571	S518	x	x	x	x	9,119	0,58	11	423	142
3,175	9,525	2,779	3,571	S618	x	x	x	x	10,72	0,58	12	463	173
3,175	9,525	3,967	3,967	SR2	x	x	x	x	11,18	0,76	12	463	173
3,967	7,937	2,779	3,175	S5532	x	x	x	x	9,119	0,58	16	334	142
4,762	7,937	2,779	3,175	S5632	x	x	x	x	9,119	0,58	16	334	142
4,762	9,525	3,175	3,175	S6316	x	x	x	x	10,72	0,58	13	489	200
4,762	12,7	3,967	4,978	SR3	x	x	x	x	14,35	1,07	11	876	329
5,555	7,937	2,779	–	S5732	x						26	200	107
6,35	9,525	3,175	3,175	S614	x	x	x	x	10,72	0,58	25	311	178
6,35	12,7	3,175	4,762	S814	x	x	x	x	13,89	0,58	19	614	325
6,35	15,875	4,978	4,978	SR4	x	x	x	x	17,53	1,07	14	1041	467
7,937	12,7	3,967	3,967	S8516	x	x	x	x	13,89	0,79	20	62	334

I cuscinetti di precisione a pieno riempimento sfere non hanno gabbia distanziatrice. L'alto numero di sfere incorporate in questo tipo di cusc. provvede ad una maggiore capacità di carico radiale nei confronti dei corrispondenti cusc. con gabbia. Naturalmente questi cusc. non consentono carichi assiali a causa dell'intaglio per l'introduzione delle sfere.

Esempio designaz. cusc. S3332 con B = 2,380, D = 4,762, W = 1,587, (tipo aperto) W = 2,380 (scherm.)

aperto: S3332
schermato:..... S3332 HH
aperto flangiato: ..... S3332 F
flangiato e schermato S3332 FHH

Cuscinetti in assemblaggi speciali

segue

Cuscinetti a sfere di precisione sez. extra sottile e sottile MPB

Normali — *aperti* | *schermati*

Anello interno largo — *aperti* | *schermati*

Serie sezione extra sottile

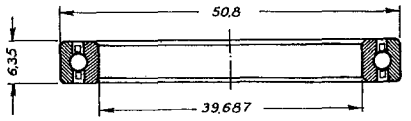
Dimensioni B	D	W	Sigla mat. e dimensioni	aperti MC	aperti MCK	schermati MC HH	schermati MCK HH	Car. ammiss. din. C	statico rad.	ass.
mm				Gabbia:					N	
9,525	15,875	3,937	S610	x	x	x	x	596	418	1045
12,7	19,05	3,937	S812	x		x		574	396	988
12,7	19,05	3,937	S812		x		x	645	507	1268
15,875	22,225	3,937	S1014	x	x	x	x	689	596	1477
19,05	25,4	3,937	S1216	x		x		712	623	1552
19,05	25,4	3,937	S1216		x		x	689	596	1477
22,225	28,575	3,937	S1418	x				734	681	1699
26,987	33,337	3,937	S1721	x				823	850	2113
31,75	38,1	3,937	S2024	x				872	970	2411
34,925	41,275	3,937	S2226	x				925	1076	2691
38,1	44,45	3,937	S2428	x				874	1197	2958
41,275	47,65	3,937	S2630	x				1023	1312	3292

Serie sezione sottile

Dimensioni B	D	W	W1	Sigla mater. e dimensione	normali aperti MC	normali aperti MCK	normali scherm. MC HH	normali scherm. MCK HH	anello int. largo aperti MC E	anello int. largo aperti MCK E	anello int. largo scherm. MC HHE	anello int. largo scherm. MCK HHE	Carico ammiss. din.	statico rad.	ass.
mm					Gabbia:				Gabbia					N	
15,875	26,987	6,35	7,137	S1017	x		x		x		x		2064	1477	2762
19,05	30,162	6,35	7,137	S1219	x		x		x		x		2015	1526	1566
22,225	33,337	6,35	7,137	S1421	x		x		x		x		2184	1824	2037
26,987	38,1	6,35	7,137	S1724	x	x	x	x	x	x	x	x	2513	2411	2985
33,337	44,45	6,35	7,137	S2128	x		x		x		x		2611	2745	3011
39,687	50,8	6,35	7,137	S2532	x	x	x	x	x	x	x	x	2878	3354	3443

Esempi designaz. cuscinetto:
Extra sottile S610
aperto (MC): ..... S610MC.
aperto (MCK): S610MCK.
schermato (MC): ..... S610MCHH.
schermato (MCK): ..... S610MCKHH.
Sottili normali S1724
aperto (MC): ..... S1724MC.
aperto (MCK): ..... S1724MCK.
schermato (MC): ..... S1724MCHH.
schermato (MCK): .... S1724MCKHH.
Sottili anello int. largo S2532
aperto (MC): ..... S2532MCE.
aperto (MCK): ..... S2532MCKE.
scherm. (MC): ..... S2532MCHHE.
scherm. (MCK): ..... S2532MCKHHE.

Cuscinetto a sfere di precisione, sottile S2532 in scala 1:1



segue

segue: Cuscinetti a sfere di precis. sez. extra sottile e sottile MPB

A contatto ang. non separabili M	anello int. largo ME	Con anello esterno fratturato BM	anello int. largo BME

Serie sezione extra sottile

Dimensioni B	D	W	Sigla mat. e dimensioni	Contatto angolare non separabili gabbia fenolica M	Anello esterno fratturato gabbia fenolica BM	Carico ammiss. din. C	statico rad. N	ass. (°)
mm								
9,525	15,875	3,962	S610	x	x	600	378	689
12,7	19,05	3,962	S812	x	x	689	520	1294
15,875	22,225	3,962	S1014	x	x	729	609	1521
19,05	25,4	3,962	S1216	x	x	823	778	1521
22,225	28,575	3,962	S1418	x		845	841	1281
26,987	33,337	3,962	S1721	x		921	1010	1423
31,75	38,1	3,962	S2024	x		996	1183	1735
34,925	41,275	3,962	S2226	x		1045	1299	1913
38,1	44,45	3,962	S2428	x		1090	1414	2073
41,275	47,625	3,962	S2630	x		1139	1526	2242

Serie sezione sottile

Dimensioni B	D	W	W1	Sigla mat. e dimensioni	Contatto angolare non separabili gabbia fenolica M	ME	Anello esterno fratturato gabbia fenolica BM	BME	Carico ammiss. din. C	statico rad. N	ass. (°)
mm											
15,875	26,987	6,35	7,137	S1017	x	x	x	x	2500	1971	3683
19,05	30,162	6,35	7,137	S1219	x	x	x	x	2642	2286	2353
22,225	33,337	6,35	7,137	S1421	x	x	x	x	2771	2607	2914
26,987	38,1	6,35	7,137	S1724	x	x	x	x	3043	3212	3981
33,337	44,45	6,35	7,137	S2128	x	x	x	x	3269	3843	4217
39,687	50,8	6,35	7,137	S2532	x	x	x	x	3630	4751	4875

(°) Escluso cusc. con anello est. fratturato. Esempio designazione Cuscinetto a contatto angolare
estra sottile: ..... S610M.
sottile: .....S1017M.
sott. an. int. largo: .. S1017ME.
Cusc. anello esterno fratturato
estra sottile: ..... S610BM.
sottile: ..... S1017BM.
sott. an. int. largo: S1017BME.

I cusc. con anello esterno fratturato sono disponibili anche nella versione a pieno riempimento sfere, senza gabbia (B-BE) con schermatura integrale (BI-BIE).

Pieno riempimento sfere B	BE	Pieno riemp. sfere scherm. integr. BI	BIE

Hanno la stessa configuraz. esterna e le stesse dimensioni dei tipi BM e naturalmente una maggiore capacità di carico dinamico e radiale statico.
Es. desig. (pieno riempim. sfere)
estra sottile: ..... S610B.
sottile: ..... S1017B.
sott. anel. int. largo: S1017BE.
Es. des. pieno riempimento sfere schermato integrale
estra sottile: ..... S610BI.
sottile: ..... S1017BI.
sott. an. int. largo: S1017BIE.
Lubrificazione (cusc. schermati integrali) LG 20 Beacon 325.

segue

Cuscinetti a sfere di precisione MPB

*Tolleranze dei cusc. a sfere per strumenti ABEC 5 e ABEC 7 **

Limiti: foro fino a 18 mm, diam. est. fino a 30 mm (Valori in µm).

		ABEC 3	ABEC 5	ABEC 7	ABEC 9
anello interno	Foro medio (1) limite tolleranza, alto	+0			
	Foro medio limite tolleranza, basso	-5,1			
	Foro max limite tolleranza	+2,5	+0	+0	+0
	Foro min limite tolleranza	-7,6	-5,1	-5,1	-2,5
	Eccentricità radiale	5,1	3,8	2,5	1,27
	Variazione spessore	-	5,1	2,5	1,27
	Ortogonalità del foro	-	7,6	2,5	1,27
	Parallelismo della gola	-	7,6	2,5	1,27
anello esterno	Diam. est. medio (2) limite tolleranza, alto	+0	+0	+0	-
	Diam. est. medio limite tolleranza, basso	-7,6	-5,1	-5,1	-
	Diam. est. max limite toll. cusc. aperti	+2,5(3	+0	+0	+0(4
	Diam. est. min limite toll. cusc. aperti	-10,2(3	-5,1		-2,5(4
	Diam. est. max limite toll. cusc. scherm. e tenuta	+5,1(3	+1(3	+1(3	+0(4
	Diam. est. min limite toll. Cusc. scherm. e tenuta	+12,7(3	6,1(3	-6,1(3	-2,5(4
	Eccentricità radiale	10,2	5,1	3,8	1,27(4
	Variazione spessore	-	5,1	2,5	1,27
	Ortogonalità superficie cilindro esterno	-	7,6	3,8	1,27
	Parllelismo della gola	-	7,6	5,1	1,27(4
spes.l.t.	Cuscinetto in duplex individuale	+0	+0	+0	+0
	anello interno e esterno	-127	-25,4	-25,4	-25,4
	Cuscinetto in duplex spessore totale coppia	+0	+0	+0	+0
	anelli interni e esterni	-508	-381	+381	-381

** ABEC 3 e 9 sono dati per uso di comparazione. (1) foro medio = forp max + foro min/2; (2) Ø est. medio = Ø est. max + Ø est. min/2 (3) De max + De min/2 deve essere entro il Ø esterno medio. (4) Per De da 18 a 30 mm : De toll. limite (cusc. aperti o scherm.=+0-3,8 Eccentr. radiale = 2,5. Parallelismo della gola = 2,5.*

Accoppiamento albero e alloggiamento (Valori in µm)

	Condizioni operative	Carichi leggeri bassa e alta velocità	Carichi medi, bassa e alta vel.alti carichi di oscillazione	Carichi pesanti,alte veloc. alti carichi di oscillazione
alb.fisso	Accoppiamento raccomand.	Con gioco	incerto	con interferenza
	Accoppiamento medio	2,5 mobile	0	2,5 stabile
	Foro cuscinetto	B + 0 + B - 5,1	B + 0 - B + 5,1	B + 0 - B - 5,1
	Diametro albero	B-2,5 - B - 7,6	B + 0 - B - 5,1	B+2,5 - B - 2,5
	Accoppiamento forzato	2,5 - 7,6	5,1	7,6 - 2,5
allog.fisso	Accoppiamento raccomand.	con gioco	incerto	con interferenza
	Accoppiamento medio	5,1 mobile	0	2,5 stabile
	Diametro esterno cuscin.	D + 0 - D - 5,1	D + 0 - D - 5,1	D + 0 + D - 5,1
	Foro alloggiamento	D + 5,5 - D - 0	D + 0 + D - 5,1	D-2,5 - D - 7,6
	Accoppiamento forzato	0 - 10,2	5,1	7,6 - 2,5

Cuscinetti "Advantage" MPB resistenti alla corrosione

I cusc. "Advantage" esclusiva della MPB, resistenti all'ossidazione e utilizzati in ambienti moderatamente corrosivi, sono interamente placcati, compreso le piste di scorrimento, con lega di Zn-Ni processo brevettato di elettrodeposizione che evita l'intrappolamento di residui di idrogeno causa prima del degrado dei cusc. Il trattam. con Zn-Ni ha resistito a test in nebbia salina sino a 7600 ore di esposiz. Resiste comunque ai test ASTM B117 per le industr. aerospaziali. Sono anche accettati per usi a contatto di alimenti e approvati dalla FDA-USA. Disponibili da 12 a 75 mm di diam. est.

Cuscinetti a sfere di precisione MPB

segue: Accoppiamento albero e alloggiamento (valori in µm)

	Condizioni operative	Carichi leggeri bassa e alta velocità	Carichi leggeri bassi cicli di oscillazioni	Carichi medi e pes. alte veloc. alti cicli di oscillazioni
Albero rotante	Accoppiamento raccomand.	con gioco	incerto	con interferenza
	Accoppiamento medio	2,5 mobile	0	2,5 stabile
	Foro cuscinetto	B + 0 ÷ B − 5,1	B + 0 ÷ B − 5,1	B + 0 ÷ B + 5,1
	Diametro albero	B − 2,5 ÷ B − 7,6	B + 0 ÷ B − 5,1	B + 2,5 ÷ B − 2,5
	Accoppiamento forzato	2,5 ÷ 7,6	5,1	7,6 ÷ 2,5
Allogiam. rotante	Accoppiamento raccomand.	con gioco	incerto	con interferenza
	Accoppiamento medio	5,1 mobile	0	2,5 stabile
	Diam. esterno cuscinetto	D + 0 ÷ D − 5,1	D + 0 ÷ D − 5,1	D + 0 ÷ D − 5,1
	Foro alloggiamento	D + 5,1 ÷ D − 0	D + 0 ÷ D − 5,1	D − 2,5 ÷ D − 7,6
	Accoppiamento forzato	0 ÷ 10,2	5,1	7,6 ÷ 2,5

Nota - B = foro nominale cusc. D = diam. nominale alloggiamento.

Tolleranze dei cuscinetti extra sottili e sottili (valori in µm)

Grado	Tolleranze espresse in µm / misure di base	anello interno: Ø foro: Tolleranza	max lettura	min lettura	eccentr. radiale	parallelismo facce	eccentricità foro*	eccentricità gola*	spessore	anello esterno: Ø esterno: medio toll. +0	max lettura	min lettura	ovalizz. frattur.	eccentr. radiale	parallellis. facce	eccentr. Ø ester.*	eccentr. gola*
ABEC 7T	1014	+0	+0	−5	2,5	2,5	2,5	2,5	+0	−5	+0	−5	7,6	3,8	2,5	3,8	5
	1017	−5							−25				13				
	1216		+2,5	−7,6	3,8		3,8	3,8					7,6				
	1219-1421-1724		+1,3	−6,3							+2,5	−7,6	15	5			
	1418-1721		+2,5	−7,6							+5	−10					
	2024-2226-2428		+5	−10													
	2630																
	2128		+2,5	−7,6							+2,5	−7,6	15				
	2532									−7,6		−10			3,8		7,6
ABEC 5T	1014	+0	+2,5	−7,6	5	5	7,6	7,6	+0	−5	+2,5	−7,6	10	5	5	7,6	7,6
	1017								−25				18				
	1216		+5	−10									10				
	1219		+2,5	−7,6						−10		−13	18	7,6			
	1418-1721		+5	−10							+7,6	−18	−				
	1421-1724		+2,5	−7,6							+2,5	−13	18				
	2024-2226-2428	+0	+7,6	−15	7,6				+0		7,6	18	−				
	2630	−7,6							−127								
	2128		+25	−10							2,5	13	18				
	2532												20				10
Classe 3	1014-1017-1216	+5	+7,6	−7,6	10	7,6	10	13	+0	−10	+2,5	−13	20	10	7,6	10	13
	1219-1421-1724	−5							−127	−13		−15		13	10		15
	2128	+7,6	+10	−10	13												
	2532	−7,6								−15		−18	23	15			
Classe 1	1014-1017-1216	+10	−	−	−	−	−	−	+0	−15	−	−	−	−	−	−	−
	1219-1421-1721	−10							−127	−18							
	2128	+13															
	2532	−13								−20							

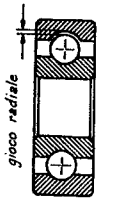
* rispetto al lato di riferimento.

segue

Cuscinetti a sfere di precisione MPB

- Gioco radiale -

E' quello mostrato nella figura a lato. Esso é stabilito dalla MPB in modo razionale e preciso. Il gioco radiale é completamente indipendente dalla qualità e dalla classe (ABEC), influisce direttamente sull'angolo di contatto operativo e sul gioco assiale. La sua scelta é importante e deve essere considerata a cuscinetto "montato". Se il montaggio é a interferenza su alloggiamento e albero, il gioco iniziale si riduce di circa l'80% del Ø di interferenza. Le toll. di montaggio devono determinare un gioco radiale libero. I giochi standard di tabella sono considerati ottimi per la maggior parte delle applicazioni. Altri giochi speciali devono essere indicati nella sigla del cusc. con una P seguita da cifre che indicano il gioco radiale in µm.



Guida alla scelta del gioco rad.
Giochi rad. larghi permettono:
- un accoppiamento a pressione su una o entrambe le piste.
- un ang. di contatto più grande sotto car. assiali per la riduzione della coppia e degli sforzi.
- una maggiore stabilità ass. per le coppie dei cusc. precaricati.
- maggiore disassamento.

Giochi rad. stretti controllano:
- raddrizzamenti o giochi assiali quando non é possibile usare coppie precaricate.
- i movimenti radiali.

Cuscinetto tipo	gioco rad. stand. µm
Cusc. per strumenti	5÷20
Cusc. sez. estr. sott.	7,6÷20
Cusc. sez. sott. con:	
Anello est. fratturato	13÷38
Gola prof. (ABEC 5-7)	13÷28
" " (Grado le3)	13÷38
Contatto angolare	18÷30

- Gioco finale o gioco assiale -

Nei cusc. radiali a sfere é lo spostamento assiale dell'anello interno rispetto a quello esterno applicando un car. ass. reversib. Il gioco ass. é proporz. al gioco radiale, dimens. delle sfere e curvatura della pista. Tale curva é costante per ogni serie di cuscinetti.

$$P_E = \sqrt{4B\ d\ P_R - P_R^2}$$

dove: P_E = gioco assiale
B = curvatura totale della pista.
d = Ø della sfera
P_R = gioco radiale

La relazione tra P_R e P_E per ciascun Ø di sfera, nel grafico 1.

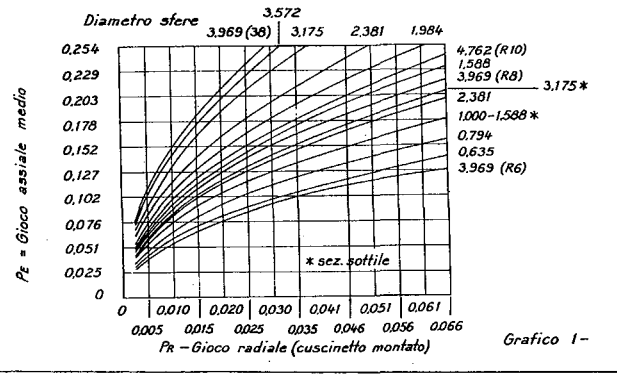


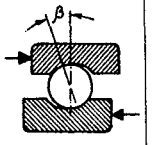
Grafico 1-

segue

segue: Cuscinetti a sfere di precisione MPB

Normalmente il gioco assiale non viene misurato sui cusc. MPB perché é funzione del gioco radiale. Nelle applicazioni dove invece deve essere accuratamente controllato é consigliabile spessorare o comunque rimuovere il gioco assiale, piuttosto che agire su una riduzione estrema del gioco radiale In tal modo si assicurerebbe una minima coppia di attrito e una vita del cuscinetto più lunga. Nell'utilizzo della curva per la determinaz. del gioco assiale bisogna impiegare il valore del gioco radiale del cusc. "montato".

-Angolo di contatto- Quando il gioco assiale viene tolto mediante spessoramento o precarico, la linea che passa dai punti di contatto e il centro della sfera forma un'angolo con la linea perpendicolare all'asse del cusc. Quest'angolo (ß) é l'angolo di contatto.



La determinazione dell'angolo di contatto é necessaria per controllare le deviazione dei cuscinetti caricati assialmente e per stimare i livelli di sforzo dovuti ai carichi sul cuscinetto. L'angolo di contatto é correlato al gioco radiale, diametro della sfera, curvatura delle piste e carico applicato. Questa relazione per un cuscinetto senza carichi é:

$$\cos ß = P_R : 2Bd$$

dove: ß = angolo di contatto iniziale (senza carico).
P_R = gioco radiale.
B = curvatura totale della pista.
d = diametro della sfera.

Senza carichi, l'angolo di contatto iniziale, in funzione del gioco radiale, può essere definito per ogni diametro di sfera, usando le curvature delle piste di scorrimento standard come indicato nel grafico 2. L'angolo di contatto é normalmente controllato dalla specifica del gioco radiale e misurato.
Comunque quando sono necessari controlli dell'angolo di contatto (normalmente valori di deviazione del cuscinetto) questi può essere misurato direttamente.

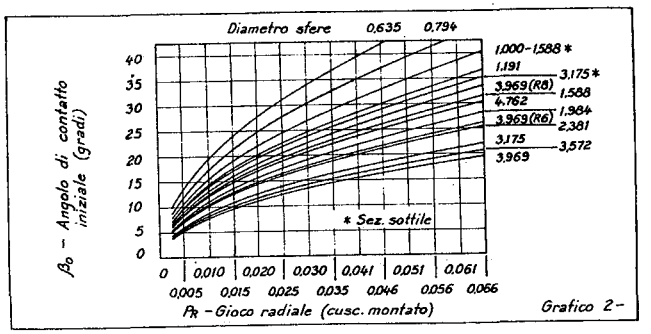
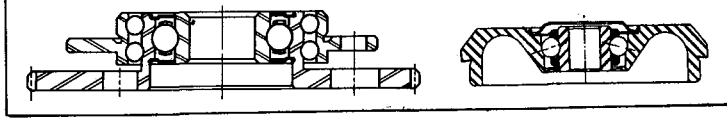


Grafico 2-

La MPB produce pure assemblaggi speciali su disegno dell'utilizzatore



segue: Cuscinetti a sfere di precisione MPB

-Valutazione del carico dinamico- La A.F.B.M.A. ha stabilito un metodo di calcolo della vita dei cuscinetti di produzione standard. La durata o vita del cusc. (L) é rappresentata dal numero di "giri" oppure "ore" ad una velocità costante in cui il 90% di un gruppo di apparentemente identici cusc. dovrebbe durare, od eccedere, prima che il primo evidente segno di fatica si sviluppi.
La capacità di carico dinamico (C) é il carico radiale costante con anello esterno fermo, che il cuscinetto può durare per una vita di un milione di giri dell'anello interno, oppure ruotare per 500 ore a 33 1/2 giri al minuto. Il carico dinamico é determinato dalla geometria del cuscinetto, dal numero e dimensione delle sfere e degli anelli.
Il carico dinamico (C) per ciascun cuscinetto é indicato in tabella. Questo carico é usato in congiunzione con il carico radiale applicato (R) per calcolare la vita del cuscinetto con la formula seguente:

$$L_M = \frac{16667}{n} \left(\frac{C}{R}\right)^3$$

dove:
L_M = vita in ore.
n = velocità dell'angolo interno rotante in giri/min.
C = carico dinamico in N.
R = carico radiale puro applicato in N;

La vita, come sopra definita, é posta in relazione solo alla fatica del metallo assumendo come perfetti: configurazione geometrica del cuscinetto, lubrificazione, e la perfetta pulizia (mancanza di pulviscolo e corpi estranei) ed in più con un carico radiale puro
La MPB può assistere i clienti nello stabilire la vita del cusc. per carichi radiali-assiali, solo carico assiale, anello esterno rotante e probabilità superiori al 90%.

Lubrificanti comuni usati per i cuscinetti (altri lubrificanti disponibili su richiesta)

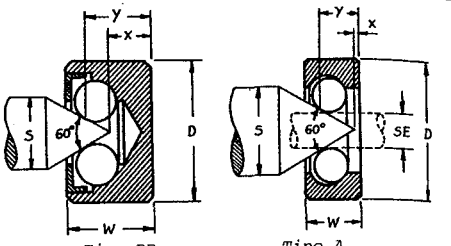
Codice MPB	Lubrificante	Gamma olio	Concentratore	Viscosità olio cSt* 38°C	99°C	Campo temp. °C	Specifica MIL
L01	Winsor Lube L 245 X	Diester	-	31 -	5,3 -	-18÷93 -	MIL-L-6085A -
L02	Anderol 401 D	Diester	-	11,5	3,2	-18÷93	MIL-L-6085A
LY5	Versilube F50	Silicone	-	50	16	-38÷177	MIL-S-81087 (Type 1)
LY21	DC 510 (50CS)	Silicone	-	38	14	-18÷204	-
LY161	Krytox 143AC	Fluorocarbon	-	260	26	-1÷288	-
LY187	SHC 2224 (formerlyRL714)	Synthetic Hydrocarbon	-	31,1 -	5,6 -	-27÷149 -	- -
LY313	MO 18	Synt.Hydr.	-	18	3,7	-27÷149	-
LY314	MO 75	Synt.Hydr.	-	75	10,9	-18÷149	-
LY315	MO 119	Synt.Hydr.	-	119	15,4	-16÷149	-
LG 20	Beacon 325	Diester	Lithium Soap	13	3,6	-18÷121	-
LG 31	Minapure Grease	Diester	" "	12	3,3	-18÷121	MIL-G-81937
LG 39	Andok C	Mineral	Sodium "	110	8,5	7÷121	-
LY 15	Versilube G300	Silicone	Lithium "	50	16	-18÷177	-
LY167	Supermil A 72832	Diester	" "	11	3	-18÷121	MIL-G-23827
LY231	Mobil 28	Synt.Hydr.	Clay	30	5,7	-18÷149	MIL-G-81322
LY189	Krytox 240 AC	Fluorocarbon	Telomer	260	26	-1÷288	MIL-G-27617

* 1 cSt = $10^{-6} m^2/s$

Cuscinetti miniatura di precisione MPB - Cuscinetti a pivot

GIMAR - Milano Via Busoni 7/A tel. 5512004 - fax (02)5466163

I cuscinetti a pivot MPB si usano per alberi terminali a cono con angolo di 60°.
Il tipo PR usa quattro sfere ancorate all'anello esterno, il tipo A usa il massimo numero di sfere possibili e permette anche l'uso di un albero passante (SE).
Devono operare sotto leggero carico assiale e non devono essere usati per movimenti lineari. Sfere a anelli sono in acciaio inossidabile AISI 440C. Gli alberi, nella parte conica dovrebbero avere una durezza di 58-62 HRC. Dimensioni in mm.

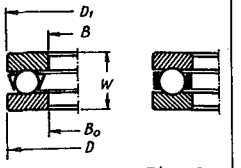


Tipo PR Tipo A

D +0,000 -0,0051	W	Tipo PR	Tipo A	S min	SE max	X	Y	Sfere N°	Sfere diam.	Car. stat. Ts - N
1,499	1,199	S15PR		0,508		0,660	0,864	4	0,397	0,49
3,000	1,801	S3PR		0,762		0,940	1,372	4	0,794	2,54
3,175	1,191		S2A	1,067	0,813	0,025	0,864	6	0,794	6,49
4,001	2,400	S4PR		1,016		1,245	1,880	4	0,394	5,34
4,763	1,778		S3A	1,575	1,219	0,076	1,295	6	1,191	14,7
4,999	3,000	S5PR		1,270		1,499	2,311	4	1,588	10,2
6,350	2,380		S4A	2,159	1,651	0,051	1,676	6	1,588	26,2
7,501	4,501	S75PR		1,905		2,286	3,505	4	2,381	23,6
9,525	3,571		S6A	3,150	2,388	0,152	2,489	6	2,381	58,3
9,525	3,571		S6A7B	3,810	3,175	-0,356	2,642	7	2,381	76,5
10,000	5,999	S10PR		2,540		2,997	4,623	4	3,175	37,8

Cuscinetti assiali (dimensioni in mm)

Progettati per sopportare alti carichi assiali, questi cuscinetti consistono in due anelli di acciaio inossidabile con gola concentrica per le sfere, e col massimo numero di sfere distanziate da gabbia di acciaio inossidabile stampata o tornita.
Possono operare ad oltre 1000 giri/minuto con solo carico assiale.
Sfere e anelli di acciaio inox 440C.



Tipo S Tipo A

B + ,000 -,0051	D +0,000 -0,0051	W +0,000 -0,051	Tipo S gabbia stamp.	Tipo A gabbia lavor.	D1 +0,000 -0,051	Bo +0,051 +0,000	Sfere N°	Sfere diam.	Car. din. N	Car. amm. st.a N
2,380	6,350	2,380	S4T		6,299	2,431	8	1,191	543	556
3,175	7,938	3,175	S5T		7,938	3,226	8	1,588	930	988
3,175	7,938	3,175		A722	7,938	3,226	8	1,588	930	988
4,763	9,525	3,810	S6T		9,474	4,813	8	1,588	854	988
4,763	9,525	3,810		A721	9,474	4,813	8	1,588	854	988
3,175	11,113	3,810	S7T		11,062	3,226	10	1,588	988	1210
3,175	11,113	4,763		A680	11,062	3,226	6	2,381	1655	1664

Cuscinetti di precisione MPB a sez. sottile - foro da 16 a 100 mm

GIMAR - Milano Via F. Busoni 7/A (02)5512004 fax (02)5466163

I cuscinetti per strumenti a sezione sottile sono prodotti con sezione tra loro e diametro esterno molto sottile, limitato spessore, gole profonde con precisione geometrica, con il massimo numero di piccole sfere, per applicazioni con esigenze di alta velocità, massima spinta e carico radiale con minima coppia, in una vasta gamma di dimensioni e capacità di carico radiale e assiale.

Sistema di identificazione (cuscinetti radiali)

Cod. pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mater.	Dim.base	Tipo	Caratt.	Toller.	Gioco rad.	Lubrif.	Cod.dim.	Prec.coppia
1° Esemp.	S	1724	BM	E	5	-	-	-	-
2° Esemp.	S	1014	MC	H	7	76203	LYC5	ZDM	DB10

(1) - Materiali -
S = acciaio inox AISI 440C.
C = acciaio al cromo SAE 52100.
(2) - Dimensioni base -
Sviluppo dimens. del cuscin. Per sez. sottile é 1/16" di incremento del foro e del diam. esterno.
(3) - Tipo -
A = sfere sottomisura alternate.
B = anello esterno fratturato.
M = non separabile, gabbia fenol.
MC = gabbia di 1 pezzo, fenolica.
MCK = gabbia 1 pezzo, Minipar II.
MR = non separab. pieno riemp.sf.
MT = non separab. allum. bronzo.
S = gabbia acc. inox, stampata.
SO = separat. sfere toroid. tefl.
ST = separ. sf. tubetti in teflon
(4) - Cartteristiche -
H = schermo singolo; HH = doppio.
I = schermo integrale.
Z = tenuta singola; ZZ = doppia.
E = anello interno più largo.
N = più stretto della largh.stand.
W = più largo della largh. stand.
(5) - Tolleranze -
1 = classe 1 ; 3 = classe 3.
5 = ABEC 5T (tolleranze AFBMA).
7 = ABEC 7T (tolleranze AFBMA).
(6) - Gioco radiale -
P (seguito da due numeri) Esempi:
P76203 = g. rad. 0,9976-0,0203.
P127279 = g. rad. 0,0127-0,0279.

Descrizione cuscinetto	Dimensioni sfere	Gioco radiale Standard (mm)
Radiali a sfere	1,588-2,381	0,0076-0,0203
idem ABEC 5T-7T	3,175	0,0127-0,0279
(fino a 4962)	3,969	0,0152-0,0305
	4,762	0,0178-0,0381
idem cl. 1 e 3	3,175 e più	0,0127-0,0381
idem (5664 e sopra)	tutte	Ang. contatto 18° nominale.
Cont. angolare	1,588-2,381	0,0076-0,0203
idem(fino 4962)	3,175 e più	0,0178-0,0305
idem (5664 e sopra)	tutte	Ang. contatto 25° nominali.
Anello esterno fratturato	1,588-2,381	0,0076-0,0203
	3,175 e più	0,0127-0,0381

(7) - Lubrificazione -
LD = cuscinetto non lubrificato.
LO (seg. da un numero indica lo specifico olio lubrificante.
LG = c. s. (grasso).
LY (seg. da un numero) indica un altro lubrif. approv. da MPB.
LOV o LYV (seg.da un numero) olio di cui é impregnata la gabbia
LOC o LYC (seg.da un numero) olio con cui é centrif. il cuscin.
LGF o LYF (seg.da un num.) indica la qual.della pellicola di grasso
(8) - Codice dimensionale -
per albero e sede idonei

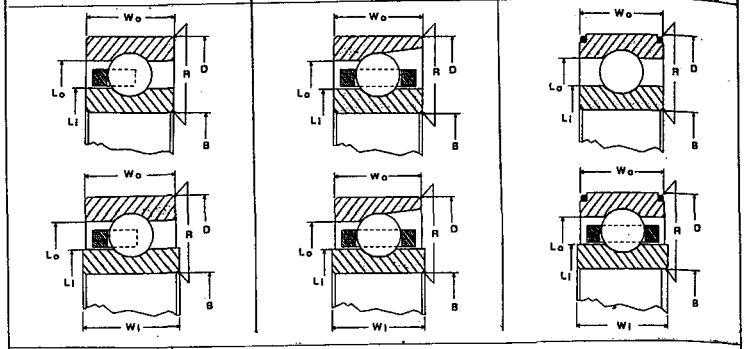
Tolleranze	cod.incr. Standard ,00254	codice increm. ,00127	codice 1/2 toller.
nomin. a - ,00127	1	A	H
-,00127 a -,00254		B	
-,00254 a -,00381	2	C	
-,00381 a -,00508		D	
-,00508 a -,00635	3	E	L
-,00635 a -,00762		F	
Simboli:			
Qual.foro e Ø est.	ZD	XZD	HZD
Qualità solo foro	ZB	XZB	HZB
Qual. solo Ø est.	ZD	XZD	HZD
Qual.foro e Ø est. accopp.copp.prec.	ZDM	XZDM	HZDM

Esempi:
(Il codice del foro si scrive per primo)
ZD-1-2 = foro da Ø nominale a - ,00254.
Ø esterno da -,00254 a - ,00508.
HZB-L = toller. del foro ridotta a metà.
ZDM-2-1 = Entrambi i fori della coppia hanno uguali dimensioni interne ,00254.
Il più piccolo da - ,00254 a ,00508
Entrambi i Ø esterni della coppia hanno uguale dimensioni ,00254.
(9) - Precarica coppia -
DB = montaggio spalla a spalla.
DF = montaggio faccia a faccia.
DT = montaggio in tandem (il numero che segue la lettera indica la precarica nominale).

segue

Cuscinetti di precisione MPB a sezione sottile

radiali a sfere	a contatto angolare	anello est. fratt.



dimens. base			dimensioni comuni							
rad. sf.	cont. ang.	anel. frat.	diametri B	diametri D	spessore Wo	spessore Wi	Ø pieno Li	Ø pieno Lo	R	Ø sfere
1017	1017	1017	15,875	26,988	6,350	7,137	19,812	23,317	0,381	3,175
1219	1219	1219	19,050	30,163	6,350	7,137	22,682	26,492	0,381	3,175
1421	1421	1421	22,225	33,338	6,350	7,137	25,908	29,667	0,381	3,175
1724	1724	1724	26,988	38,100	6,350	7,137	30,734	34,544	0,381	3,175
2128	2128	2128	33,338	44,450	6,350	7,137	37,033	40,792	0,381	3,175
2532	2532	2532	39,688	50,800	6,350	7,137	43,358	47,142	0,381	3,175
2936	2936	2936	46,038	57,150	6,350	7,137	49,454	53,264	0,381	3,175
3342	3342	3342	52,388	66,675	6,350	7,137	57,455	61,265	0,381	3,175
3746	3746	3746	58,738	73,025	6,350	7,137	64,033	67,640	0,381	3,175
4152	4152	4152	65,088	82,550	7,938	9,525	70,714	76,454	0,381	4,762
4556	4556	4556	71,438	88,900	7,938	9,525	77,064	82,728	0,381	4,762
4962	4962	4962	77,788	98,425	7,938	9,525	85,776	91,440	0,381	4,762
610	610	610	9,525	15,875	3,967	4,978	11,633	13,767	0,254	1,588
812	812	812	12,700	19,050	3,967	4,978	14,935	17,069	0,254	1,588
1014	1014	1014	15,875	22,225	3,967	4,978	18,110	20,244	0,254	1,588
1216	1216	1216	19,050	25,400	3,967	4,978	21,285	23,419	0,254	1,588
1418	1418	-	22,225	28,575	3,967	4,978	24,333	26,467	0,254	1,588
1622	1622	-	25,400	34,925	4,763	-	28,956	31,369	0,381	2,381
1721	1721	-	26,988	33,338	3,967	4,978	29,083	31,242	0,254	1,588
2024	2024	-	31,750	38,100	3,967	4,978	33,858	35,992	0,254	1,588
2226	2226	-	34,925	41,275	3,967	4,978	37,033	39,167	0,254	1,588
2428	2428	-	38,100	44,450	3,967	4,978	40,208	42,342	0,254	1,588
2430	2430	-	38,100	47,625	4,763	-	41,656	44,069	0,381	2,381
2630	2630	-	41,275	47,625	3,967	4,978	43,383	45,517	0,254	1,588
3240	3240	-	50,800	63,500	6,350	-	58,245	59,055	0,635	3,175
3242	3242	-	50,800	66,675	7,938	-	56,337	61,112	1,016	3,969
4048	4048	-	63,500	76,200	6,350	-	67,945	71,755	0,635	3,175
4050	4050	-	63,500	79,375	7,938	-	69,063	73,812	1,016	3,969
4856	4856	-	76,200	88,900	6,350	-	80,645	84,455	0,635	3,175
4858	4858	-	76,200	92,075	7,938	-	81,763	86,512	1,016	3,969
5664	5664	-	88,900	101,600	6,350	-	93,345	97,155	0,635	3,175
5666	5666	-	88,900	104,775	7,938	-	94,463	99,212	1,016	3,969
6472	6472	-	101,600	114,300	6,350	-	106,04	109,855	0,635	3,175

segue

Cuscinetti di precisione MPB a sezione sottile

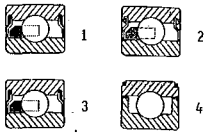
radiali a sfere	a contatto angolare	anello est. fratturato
I cuscinetti MPB a sezione sottile sono disponibili con diametro esterno fino a 115 mm. Le gole di scorrimento vengono levigate per ottenere un funzionamento preciso a basso attrito e silenzioso. Le gole profonde permettono carichi radiali assiali e combinati	Questi cuscinetti sono stati sviluppati per offrire il maggior numero di sfere con una gabbia integrale e sono disponibili fino a 115 mm di diam. est. Il gran numero di sfere combinato con l'angolo di contatto ne esalta la rigidità. Di acciaio inox o altro mater.	L' anello fratturato permette pieno riempimento sfere o gabbia con molte sfere. Due anelli ad alta resistenza, trattengono ed allineano le superfici fratturate. Anni di esperienza provano che il cusc. si comporta come quelli interi. Sono disponibili anche con gabbia rad. rigida
Esempio designazione S2630MC7	Es.des. (an.int.largo) S2630ME7	Esempio designazione S1724B5

Dim. base	N° sf.	Carichi radiali C (daN)	Carichi radiali Rs (daN)	Carichi ass. Ts (daN)	N° sf.	Carichi radiali C (daN)	Carichi radiali Rs (daN)	Carichi ass. Ts (daN)	Pieno sfere N°*	Carichi radiali** C (daN)	Carichi radiali** Rs (daN)	Massa appr. g
1017	12	220	156	220	16	263	205	273	21	314	267	14,5
1219	12	215	161	172	18	278	232	256	24	335	314	16,8
1421	14	232	193	214	20	291	270	282	27	354	362	19,0
1724	18	265	254	259	24	317	333	318	32	382	441	22,7
2128	20	273	290	304	28	337	398	382	38	411	537	27,2
2432	24	297	354	364	34	370	492	476	44	437	633	31,8
2936	28	319	418	405	38	386	557	506	50	462	729	36,3
3342	32	337	484	464	44	411	653	587	58	493	856	54,4
3746	34	343	518	514	48	426	718	669	64	514	952	59,0
4152	26	629	846	933	36	788	1189	1355	48	951	1577	100
4556	28	648	919	1056	39	814	1297	1540	52	984	1721	109
4962	32	691	1060	1166	42	835	1408	1606	58	1033	1937	118
610	14	58	35	50	16	64	40	57	24	84	60	2,7
818	16	61	42	57	21	73	55	75	31	94	81	3,6
1014	20	68	54	72	24	76	64	86	37	102	100	4,1
1216	24	73	66	89	30	85	82	111	43	109	118	5,0
1418	26	75	72	94	32	86	89	116	Capacità radiale:			5,4
1622	21	165	168	323	28	200	224	431	C = dinamica(•)			13,1
1721	32	83	90	109	38	93	107	129	Rs = statica			6,8
2024	36	87	103	130	44	99	125	160	Ts = stat. spinta			7,7
2226	40	91	115	145	48	103	137	174	diametri:			
2428	44	96	127	159	52	107	150	189	B = del foro			9,1
2430	29	188	241	454	40	233	332	618	D = esterno			18,5
2630	48	100	139	174	56	111	162	203	Li, Lo del pieno			10,0
3240	30	326	452	446	42	403	621	575	Wo = spess. cusc.			40,8
3242	25	448	569	647	34	548	770	863	Wi = sp.an.inter.			63,5
4048	36	351	550	536	52	443	781	714	**Carichi per pie			50,0
4050	30	483	695	757	42	603	968	1099	no sfere. *Per cu			77,1
4856	43	382	664	641	62	482	941	853	sc.con gabbia fe-			59,0
4858	35	516	821	909	50	652	1167	1274	nolica,vedi valo-			90,7
5664	49	405	763	735	70	488	1041	824	ri C e Rs dei cu-			63,5
5666	40	547	947	1043	58	679	1310	1211	sc. a cont.angol.			109
6472	55	428	861	824	80	532	1197	943	•33 1/3 g/m x 2500h			72,6

segue

Cuscinetti di precisione MPB a sezione sottile

Configurazioni disponibili Dimensioni base.	radiali a sfere											cont. ang.						anello est. fratturato											
	MC	MCE	MCK	MCKE	MCHH	MCHHE	MCKHH	MCKHHE	ST	STE	STHH	STHHE	M	ME	MST	MSTE	MSO	MSOE	B	BE	BM	BME	BST	BSTE	BSO	BSOE	BI	BIE	BIST	BISTE
1017	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1219	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1421	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1724	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2128	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2532	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2936	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3342	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3746	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4152	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4556	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4962	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
610	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
812	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1014	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1216	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1418	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
1622	x												x																	
1721	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
2024	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
2226	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
2428	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
2430	x												x																	
2630	x	x			o	x			x	x	o	x	x	x	x	x	x	x												
3240	x				x				x		x		x		x		x													
3242	x								x				x		x		x													
4048	x				x				x		x		x		x		x													
4050	x				x				x		x		x		x		x													
4856	x								x				x		x		x													
4858	x								x				x		x		x													
5664	x								x				x		x		x													
5666	x								x				x		x		x													
6472	x								x				x		x		x													



x = disponibili in configurazione standard.
o = disponibili (Wo 3,97) con schermo Buna N (fig. 1) oppure (Wi 4,98) con schermo fermato con filo acciaio inox (fig.2) Tutti i cusc. schermati sono disponibili anche con tenuta (Figura 3)

Lubrificanti comunementi usati

Codic MPB	Lubrificante	Tipo di olio	Concentratore	Visc. cSt* 38°C	Visc. cSt* 99°C	Temperatura °C	Specifica MIL
			Olio				
LO2	Anderol L401D	Diester	-	12,7	3,4	-54 a 93	MIL-L-6085
LY313	Minapure M018	Synth. Hydroc.	-	18,0	3,7	-62 a 149	DOD-L-85812
LY314	Minapure M075	Synth. Hydroc.	-	75,0	10,9	-54 a 149	DOD-L-85812
LY315	Minapure M0119	Synth. Hydroc.	-	119,0	15,4	-51 a 149	DOD-L-85812
LY5	Versilube F50	Silicone	-	52,0	16,0	-73 a 232	MIL-S-81087(I)
LY161	Kritox 143 AC	Fluorinated	-	270,0	26,0	-34 a 287	-
			Grasso				
LG20	Beacon 325	Diester	Lithium Soap	13,2	3,3	-54 a 121	-
LG31	Minapure	Diester	Lithium Soap	12,5	3,3	-54 a 121	MIL-G-81937
LG39	Andok C	Petroleum	Sodium Soap	110,0	8,5	-29 a 121	-
LY15	Versilube G300	Silicone	Lithium Soap	52,0	16,0	-73 a 232	-
LY231	Mobil 2 B	Synth. Hydroc.	Clay	30,0	5,7	-54 a 149	MIL-G-81322
LY189	Crytox 240 AC	Fluorinated	Telomer	270,0	27,0	-10 a 315	MIL-G-27617(III)

* 1 cSt = 10^{-6} m²/s

segue

Cuscinetti di precisione MPB a sezione sottile

- Tolleranze (in µm) -

Classe ABEC	Dimens. base	Anello interno: diam. foro: Tolleranze	max lettura	min lettura	eccentricità radiale	parallelismo facce	eccentr. foro riferim. facce	eccentr. gola riferim. facce	spessore	Anello esterno: diam. ester.: toller. media	max lettura	min lettura	ovalizzazione fratturati	eccentricità radiale	parallelismo facce	eccentr. ø est. riferim. facce	eccentr. gola riferim. facce
7P	610, 812	+0 -5	+0	-5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+00 -25	-5	+0	-5	+7,6	+3,8	+2,5	+3,8	+5
7T	1014																
	1017												+13				
	1216		+2,5	-7,6	+3,8		+3,8	+3,8					+7,6				
	(1)		+1,3	-6,3							+2,5	-7,6	+15	+5			
	(2)		+2,5	-7,6							+5	-10	-				
	(3)		+5	-10													
	2128		+2,5	-7,6							+2,5	-7,6	+15				
	2532									-7,6		-10			+3,8		
	(4)	+0 -7,6		-10	+5	+3,8	+5	+5									
	(5)																
	(6)		+3,8	-11						-10		-13	+20	+7,6	+5	+5	+7,6
	(7)					+5											
5P	610, 812	+0 -5	+0	-5	+3,8	+5	+7,6	+7,6	+00 -25	-5	+0	-5	+10	+5	+5	+7,6	+7,6
5T	1014		+2,5	-7,6	+5						+2,5	-7,6					
	1017												+18				
	1216		+5	-10									+10				
	1219		+2,5	-7,6						-10		-13	+18	+7,6			
	(8)		+5	-10							+7,6	-18	-				
	(9)		+2,5	-7,6							+2,5	-13	+18				
	(10)	+0 -7,6	+7,6	-15	+7,6				+00 -127		+7,6	-18	-				
	2128		+2,5	-10							+2,5	-13	+18				
	2532												+20				+10
	(11)	+0 -10		-13	+10	+7,6		+10									
	(12)																
	(13)		+5	-15						-13	+5	-18	+23	+10	+7,6		+13
	(14)																
Classe 3	(15)	±5	+7,6	-7,6	+10	+7,6	+10	+13	+00 -127	-10	+2,5	-13	+20	+10	+7,6	+10	+13
	(16)									-13		-15		+13	+10		+15
	2128	±7,6	+10	-10	+13	+7,6											
	(17)									-15		-18	+23	+15			
	(18)	+5 -10															
	(19)				+15	+10		+15									
	(20)									+0 -20		-23	+25	+20	+13	+13	+18
	(21)																
	(22)	+7,6 -13				+13	+13						-		+20	+20	+20

(1) 1219,1421,1724. (2) 1418,1721. (3) 2024,2226,2428,2630. (4) 2936,3342,3746,3240. (5) 3242,4048,4050. (6) 4152,4546,4962,4856,4858. (7) 5664,5666,6472. (8) 1418,1721. (9) 1421,1724. (10) 2024,2226,2428,2630. (11) 2936,3342,3746,3240. (12) 3242,4048,4050 (13) 4152,4556,4962,4856. (14) 4858,5664,5666,6472. (15) 610,812,1014,1017,1216. (16) 1219,1421,1724. (17) 2532,2936. (18) 3240,3242. (19) 3342,3746,4048,4050. (20) 4152, 4556,4962. (21) 4856,4858. (22) 5664,5666,6472.

segue

Cuscinetti di precisione SBB a sez. sottile - foro da 100 a 250 mm

Tipo	Designazione	Descrizione generale
Radiali a sfere	3TK - uguale spess. anelli 3TKC - anello interno più largo.	Cuscinetto convenzionale a gole profonde, applicazioni a carattere generale, ottimo per medie velocità, moderati carichi in ogni direzione. Fornibili con parapolvere e paraoli
A contatto angol.	3TA - anelli uguale spess. 3TAC - anello interno più largo.	Permette una più alta capacità di carico assiale in una sola direzione. Ideale per cuscinetti appaiati e precaricati, per maggiore capacità radiale. ampia scelta del tipo di gabbia.
Con anello ester. fratturato.	TCN - uguale spess. anelli TC - anello interno più largo (*)	L'anello esterno fratturato permette pieno riempimento sfere o gabbia in un solo pezzo per carichi più alti in ogni direzione e alte velocità. Si adatterà l'alto carico assiale con particolare tolleranza per accoppiamento sull'anello esterno.
Anel. est. fratt. parapolv. integr.	TW - anello interno più largo (*)	Parapolvere integrale con l'anello interno formanti un solo pezzo, facilitano le operazioni di montaggio Fornibili a pieno riempimento sfere o con sfere di diametro diverso alternate o spaziate.

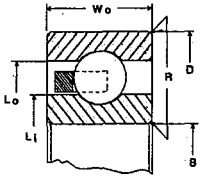
Sistema di identificazione (cuscinetti a sez. sottile)

Cod.pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Mat.	Tipo	Gabbia	Chius.	Dim.base	Toll.	Gioco rad.	Precar.	Lubrif.	Cod.alb.sed.
Esempio	3	TK	R	ZZ	80-88	U	3/8	DB8/12	LG39	ZD
	Minime indicazioni per cusc. standard						Caratteristiche addizionali			

(*) I cuscinetti tipo TCN, TC e TW non sono subito disponibili nelle dimensioni standard. Comunque si possono ottenere contattando il fornitire (GIMAR Milano).

1- Materiale: 3 = acc. inox 440C. senza pref. = acc. Cr. 52100.
2- Tipo: TN, TKC = cuscinetto radiale a sf.. TA, TAK = cusc. a contatto angolare. TC, TCN = anello esterno fratturato. TW= = an. est. fratt. schermo integrale.
3- Gabbia: R = fenolica, B = bronzo, H = acciaio, S = acc. stampato, O = teflon, L = teflon spezz. tubo, F = pieno riempimento sfere, A = sfere altern.
4- Chiusura: ZZ = doppia tenuta, DD = doppio schermo, Z = singola tenuta, D = singolo schermo
5- Dim. base: Ø foro e Ø esterno 1/16 di incremento.
6- Tolleranze: SU = 7T SBB, U = = 5T SBB, P = Precisione SBB.
7- Gioco radiale (°) (1)
8- Precarico (°) (2)
9- Lubrificazione (°) (1)
10-Codice alb. e sede (°) (3)

(°) vedi cuscinetti MPB.
(1) omettere se accettabile il tipo standard.
(2) omettere se singolo cuscin.
(3) omettere se non richiesto.



segue

Cuscinetti di precisione SBB a sezione sottile

Dimensione base	Dati comuni: diametri B	D	spess. Wo	Ø pieno Li	Lo	diam. delle sfere	Nº sfere	radiali a sf. rad.-din. C	daN-stat Rs	ass.-stat Ts	cont. angolare rad.-din. C	daN-stat Rs	ass.-stat Ts
64-74	101,600	117,475	7,937	107,163	111,912	3,969	66	645	1085	1270	756	1488	1290
64-76	101,600	120,650	9,525	108,280	113,995	4,762	54	838	1306	1546	963	1735	1521
64-80	101,600	127,000	12,700	110,480	118,110	6,350	42	1282	1797	2169	1470	2438	2102
68-76	107,950	120,650	6,350	112,395	116,205	3,175	86	558	905	1048	558	1257	1076
68-78	107,950	123,825	7,938	113,513	118,262	3,969	68	662	1157	1354	758	1539	1330
68-80	107,950	127,000	9,525	114,630	120,345	4,762	58	854	1379	1626	994	1864	1632
68-86	107,950	133,350	12,700	116,840	124,450	6,350	44	1301	1866	1350	1495	2556	2202
72-80	114,300	127,000	6,350	118,745	122,555	3,175	90	487	970	1121	565	1319	1128
72-82	114,300	130,175	7,938	119,863	124,612	3,969	72	669	1210	1412	776	1632	1408
72-84	114,300	133,350	9,525	120,980	126,695	4,762	62	883	1486	1748	1023	1862	1746
72-88	114,300	139,700	12,700	123,190	130,810	6,350	46	1339	1995	2384	1517	2680	2302
76-84	120,650	133,350	6,350	125,095	128,905	3,175	94	494	1016	1174	574	1379	1177
76-86	120,650	136,625	7,938	126,213	130,962	3,969	76	685	1286	1499	792	1728	1486
76-88	120,650	139,700	9,525	127,330	133,045	4,762	64	896	1559	1830	1030	2075	1802
76-92	120,650	146,050	12,700	129,540	137,160	6,350	50	1372	2122	2531	1581	2927	2502
76-100	120,650	158,750	19,050	133,985	145,415	9,525	34	2509	3307	4046	2802	4221	3830
80-88	127,000	139,700	6,350	131,445	135,255	3,175	100	503	1065	1228	589	1470	1252
80-90	127,000	142,875	7,938	132,563	137,312	3,969	80	694	1334	1552	807	1824	1564
80-92	127,000	146,050	9,525	133,680	139,395	4,762	68	912	1632	1911	1059	2206	1915
80-96	127,000	152,400	12,700	135,890	143,510	6,350	52	1381	2193	2647	1604	3047	2602
80-104	127,000	165,100	19,050	140,335	151,765	9,525	36	2447	3456	4228	2878	4470	4055
88-96	139,700	152,400	6,350	144,145	147,955	3,175	110	516	1165	1339	612	1619	1377
88-98	139,700	155,575	7,938	145,263	150,012	3,969	88	716	1468	1695	838	2013	1721
88-100	139,700	158,750	9,525	146,380	152,095	4,762	74	936	1779	2073	1090	2413	2084
88-104	139,700	165,100	12,700	148,590	156,210	6,350	56	1421	2386	2820	1641	3274	2802
88-112	139,700	177,800	19,050	153,035	164,465	9,525	38	2616	3752	4555	2916	4755	4279
96-104	152,400	165,100	6,350	156,845	160,655	3,175	118	531	1263	1446	625	1744	1477
96-106	152,400	168,275	7,938	157,963	162,712	3,969	96	736	1592	1835	867	2202	2253
96-108	152,400	171,450	9,525	159,080	164,799	4,762	80	963	1926	2237	1171	2616	2253
96-112	152,400	177,800	12,700	161,280	168,910	6,350	62	1481	2647	3109	1717	3563	3103
96-120	152,400	190,500	19,050	165,735	177,165	9,525	42	2682	4048	4880	3051	5284	4731
104-112	165,100	177,800	6,350	169,545	173,355	3,175	128	549	1379	1572	645	1897	1601
104-114	165,100	180,975	7,938	170,663	175,412	3,969	104	756	1721	1077	894	2384	2113
104-116	165,100	184,150	9,525	171,780	177,495	4,762	86	985	2073	2398	1150	2820	2422
104-120	165,100	190,500	12,700	173,990	181,610	6,350	66	1517	2845	3325	1753	3794	3303
104-128	165,100	203,200	19,050	178,435	189,875	9,525	46	2747	4341	5204	3178	5818	5180
112-120	177,800	190,500	6,350	182,245	186,055	3,175	138	563	1477	1681	663	2046	1728
112-122	177,800	193,675	7,938	183,363	188,112	3,969	112	776	1846	2117	919	2576	2191
112-124	177,800	196,850	9,525	184,480	190,195	4,762	94	1021	2255	2602	1197	3098	2647
112-128	177,800	203,200	12,700	186,690	194,310	6,350	72	1552	3038	3541	1819	4168	3603
112-136	177,800	215,900	19,050	191,135	202,565	9,525	48	2805	4635	5529	3209	6094	5405
120-128	190,500	203,200	6,350	194,945	198,755	3,175	148	574	1570	1788	681	2201	1853
120-130	190,500	206,375	7,938	196,063	200,812	3,969	118	794	1979	2260	934	2718	2306
120-132	190,500	209,550	9,525	197,180	202,895	4,762	100	1041	2402	2765	1221	3288	2816
120-136	190,500	215,900	12,700	199,390	207,010	6,350	76	1584	3232	3759	1850	4399	3803
120-144	190,500	228,600	19,050	203,835	215,265	9,525	52	2865	4929	5854	3325	6630	5856
128-136	203,200	215,900	6,350	207,645	211,455	3,175	156	588	1686	1915	692	3222	1953
128-138	203,200	219,175	7,938	208,763	213,512	3,969	126	818	2131	2429	956	2907	2464
128-140	203,200	222,250	9,525	209,880	215,595	4,762	106	1063	2549	2827	1248	3501	2985
128-144	203,200	228,600	12,700	212,090	219,710	6,350	80	1615	3427	3877	1882	4648	4003
128-152	203,200	241,300	19,050	216,535	227,965	9,525	56	2822	5220	6181	3434	7228	6305
144-152	228,600	241,300	6,350	233,045	236,855	3,175	176	612	1879	2133	725	2627	2202
144-154	228,600	244,475	7,938	234,163	238,912	3,969	142	850	2380	2711	1001	3287	2776
144-156	228,600	247,650	9,525	236,280	340,995	4,762	120	1102	2842	5252	1310	3970	3378
144-160	228,600	254,000	12,700	237,490	245,110	6,350	90	1693	3879	4482	1948	5256	4504
144-168	228,600	266,700	19,050	241,935	253,365	9,525	62	3076	5943	6993	3563	8274	6981
160-168	254,000	266,700	6,350	258,445	262,255	3,175	196	636	2091	2366	754	2931	2453
160-170	254,000	269,875	7,938	259,563	264,312	3,969	158	881	2638	2994	1043	3663	3089
160-172	254,000	273,050	9,525	260,680	266,395	4,762	132	1148	3167	3619	1354	4386	3716
160-176	254,000	279,400	12,700	262,890	270,510	6,350	100	1768	4270	4915	2051	5858	5004
160-184	254,000	292,100	19,050	267,335	278,765	9,525	68	3172	6530	7644	3681	8830	7658

segue

Cuscinetti a 4 contatti sez. sottile SBB per aerospazio e strumenti

Materiale: acc. inox 440C (prefisso 3). senza pref. acciaio al Cr 52100. A richiesta altro materiale.

Tolleranze U (ABEC 5), SU (ABEC7) P (SBB Precis.). Gabbia fenolica pref. R. (1) disponibili con B fino a 279,4 mm, chiedere catalogo. Esempio designazione cuscinetto : 3TXR 56-64-U

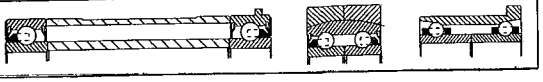
misura base cuscin	dimensioni B (1)	D mm	W	sfere Ø	N°	capac. din. C	rad. st. Co	ass. st. To	momento Mo kg.m
						daN			
32-40	50,8	63,5	6,35	3,175	30	385	616	627	8,58
32-42	50,8	66,675	7,937	3,969	25	536	790	805	11,64
40-48	63,5	76,2	6,35	3,175	36	402	750	765	12,56
40-50	63,5	79,375	7,937	3,969	30	574	963	983	16,82
48-56	76,2	88,9	6,35	3,175	43	440	905	923	17,57
48-58	76,2	92,075	7,937	3,969	35	609	1139	1161	22,98
56-64	88,9	101,6	6,35	3,175	49	460	1039	1061	22,98
56-66	88,9	104,775	7,937	3,969	40	638	1312	1334	30,18
64-72	101,6	114,3	6,35	3,175	55	480	1174	1197	29,15
64-74	101,6	117,475	7,937	3,969	45	667	1486	1515	30,07
64-76	101,6	120,65	9,525	4,762	38	867	1790	1826	47,64
64-80	101,6	127	12,7	6,35	30	1341	2469	2513	69,81
68-76	107,95	120,65	6,35	3,175	58	489	1241	1266	32,54
68-78	107,95	121,825	7,937	3,969	48	685	1590	1621	43,03
68-80	107,95	127	9,525	4,762	40	885	1890	1928	52,30
68-84	107,95	133,35	12,7	6,35	31	1350	2562	2611	75,28
72-80	114,3	127	6,35	3,175	62	503	1330	1354	36,23
72-82	114,3	130,175	7,937	3,969	50	694	1661	1693	46,77
72-84	114,3	133,35	9,525	4,762	43	914	2039	2077	59,56
72-88	114,3	139,7	12,7	6,35	33	1388	2736	2789	84,38

Tolleranze (in µm)

Codice Tolleranze SBB	Dimens. base	anello interno: diametro medio foro	eccentricità radiale	parallelismo facce	eccentr. foro rifer. facce	eccentr. gola rifrr. facce	Dimens. base diam.est.	anello esterno: diametro ester. medio	eccentricità radiale	parallelismo facce	eccentr. Øest. rifer. facce	eccentr. gola rifer. facce
SU	64 a 72	+0,-7,6	+5	+5	+5	+5	74 a 112	+0,-10	+7,6	+5	+5	+7,6
	76 a 144	+0,-10	+7,6	+5	+5	+7,6	120 a 144	+0,-10	+10	+7,6	+7,6	+10
	160 a 176	+0,-13	+10	+7,6	+7,6	+10	160 a 192	+0,-13	+10	+7,6	+7,6	+10
U	64 a 72	+0,-10	+7,6	+7,6	+7,6	+10	74 a 88	+0,-13	+10	+7,6	+7,6	+13
	76 a 144	+0,-13	+10	+10	+10	+13	96 a 144	+0,-13	+13	+10	+10	+15
	160 a 176	+0,-15	+13	+13	+13	+15	160 a 192	+0,-15	+15	+13	+13	+18
P	64 a 72	+7,6-13	+15	+13	+13	+15	74 a 104	+0,-20	+20	+20	+20	+20
	76 a 112	+7,6-15	+20	+18	+18	+20	74 a 104	+0,-20	+20	+20	+20	+20
	120 a 144	+7,6-18	+20	+20	+20	+20	112 a 144	+0,-25	+25	+25	+25	+25
	160 a 176	+7,6-25	+25	+25	+25	+25	160 a 192	+0,-30	+30	+25	+25	+30

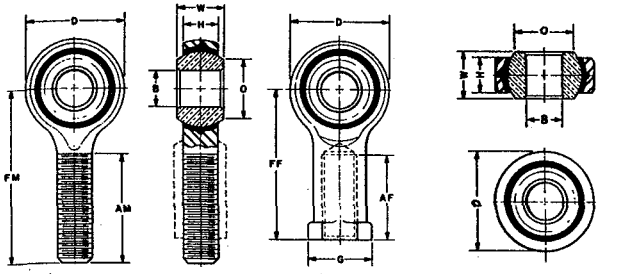
Tolleranze spessore (W) singolo cuscinetto 64-74 a 176-192 = +0,000,-0,127
doppio cuscinetto 64-74 a 112-136 = +0,000,-0,762 } totale insieme
120-128 a 176-192 = +0,000,-1,016 } totale insieme

Assemblaggi integrali o speciali su disegno del cliente.



Giunti di articolaz. a snodi sferici con e senza gambo MPB (metrici)

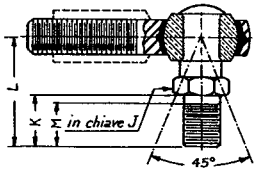
GIMAR - Milano Via Busoni 7/A - tel. 5512004 fax (02)5466163



B +0,05 -0	W +0 -0,15	H ± 0,13	AM +0 -1,0	FM ± 0,2	AF +0 -1,0	FF ± 0,2	O ± 0,2	G ± 0,2	O	Ø sfera	Designazione di catalogo Tipo			N°	Fil. ISO •	Ang. oscil gradi	Car. stat kN
3	6	4,5	15	27	10	21	12	8	5,2	7,9	PM	PF	PB	3M-B1	M3	26	1,47
5	8	6	20	33	14	27	16	11	7,7	11,1	PM	PF	PB	5M-B1	M5	26	3,24
6	9	6,75	22	36	14	30	18	13	8,9	12,7	PM	PF	PB	6M-B1	M6	26	4,22
8	12	9	25	42	17	36	22	16	10,4	15,9	PM	PF	PB	8M-B1	M8	26	6,86
10	14	10,5	29	48	21	43	26	19	12,9	19,1	PM	PF	PB	10M-B1	M10	26	9,71
12	16	12	33	54	24	50	30	22	15,4	22,2	PM	PF	PB	12M-B1	M12	26	12,9
14	19	13,5	36	60	27	57	34	25	16,8	25,4	PM	PF	PB	14M-B1	M14	30	16,6
16	21	15	40	66	33	64	38	27	19,3	28,6	PM	PF	PB	16M-B1	M16	30	20,8

* toll.su D +0/-0,012, H +0/-0,1.
• Standard: destra; per ottenerla sinistra aggiungere la lettera L, esempio: PML-3M-B1.

Connessioni a snodo ad angolo retto con ampie deviazioni d'angolo conico.
Il gambo passante attraverso il foro della rotula sinterizzata della testa di biella é permanentemente rivettato.
Esempio designazione connessione, gambo maschio, testa -3- : PMS-3M-B1.

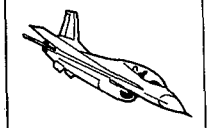


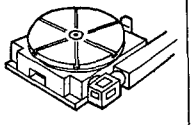
Dimensioni in mm K ±0,3	L ±0,5	M	J	Designazione di catalogo Tipo		N°	Accoppiato con testa N°	Filettat. solo destra ISO	Carico statico kN
6	12	4	5,5	PMS	PFS	3M-B1	- 3 -	M3	1,47
10	15	8	8	PMS	PFS	5M-B1	- 5 -	M5	3,24
12	24	10	10	PMS	PFS	6M-B1	- 6 -	M6	4,22
16	32	14	13	PMS	PFS	8M-B1	- 8 -	M8	6,86
20	40	18	17	PMS	PFS	10M-B1	- 10 -	M10	9,71
24	48	21	19	PMS	PFS	12M-B1	- 12 -	M12	12,9
28	56	25	22	PMS	PFS	14M-B1	- 14 -	M14	16,6
32	64	29	24	PMS	PFS	16M-B1	- 16 -	M16	20,8

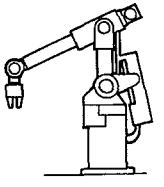
Materiali: Alloggiamento, acciaio dolce cadmiato; distanziatore, Nylon; rotula (sfera) acciaio indurito sinterizzato impregnato d'olio (B1); anello esterno (PB), acciaio dolce ossidato nero; gambo, acciaio cadmiato.

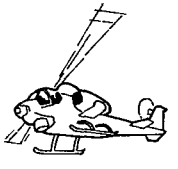
Cuscinetti ad ingombro rad. sottile KAYDON-Reali-Slim e Endura-Slim

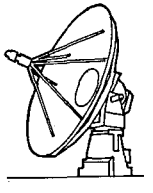
R.A. Rodriguez-Italia s.r.l. Via M. Greppi 5 Milano (02)5511754





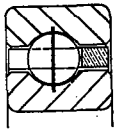




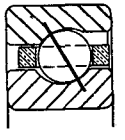


I cuscinetti Kaydon Reali-Slim facilitano la progettazione nei più diversi campi industriali per la grande varietà dimensionale, capacità di carico e per la notevole riduzione di peso.
Nella realizzazione standard ad ingombro radiale sottile, sono disponibili con diametro interno da 25,4 a 1010 mm nelle versioni radiale, angolare e a quattro contatti.
Il risparmio di peso risulta evidente nel confronto con cuscinetti tradizionali estraleggeri.

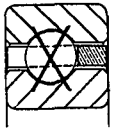
Foro mm	50	100	150	200	300	400	600	800	1000
Reali-Slim	0,017	0,086	0,127	1,59	2,36	5,58	8,62	11,3	14,1
Extra legg.	0,195	1,26	4,81	1,22	38,6	77,1	201	454	807
Risparmio	0,178	1,17	4,68	10,6	36,2	71,5	192	443	793



Tipo C radiale
Design. CPO



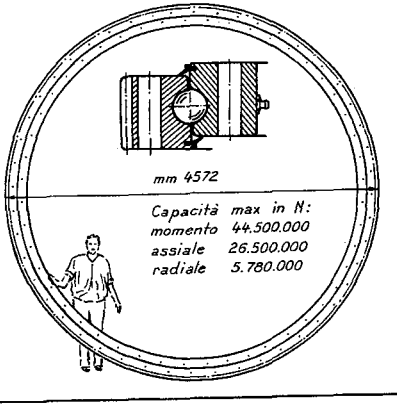
A angolare
ARO



X 4 contatti
XPO

La Kaydon costruisce anche cuscinetti speciali aventi la configurazione esterna realizzata su disegno dell'utilizzatore, il cui diametro può arrivare fino a m 4,50. Questi sono utilizzati per aerei civili e militari, elicotteri, radar, robot industriali, piattaforme meccaniche, strutture rotanti, ecc.

- Ingranaggio cilindrico-cuscinetto, Ø m 4,572. -

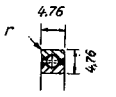


segue

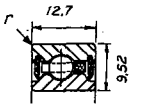
Cuscinetti ad ingombro rad. sottile KAYDON Reali-Slim e Endura-Slim

Ø foro	KAA NAA	KA NA	KB NB	KC NC	JU NU	KD ND	KF NF	KG NG
25,4	10	-	-	-	-	-	-	-
38,1	15	-	-	-	-	-	-	-
50,8	-	020	020	-	-	-	-	-
63,5	-	025	025	-	-	-	-	-
76,2	-	030	030	-	-	-	-	-
88,9	-	035	035	-	-	-	-	-
101,6	-	040	040	040	040	040	040	040
107,95	-	042	042	042	-	042	042	042
114,3	-	045	045	045	045	045	045	045
120,65	-	047	047	047	-	047	047	047
127	-	050	050	050	050	050	050	050
139,7	-	055	055	055	055	055	055	055
152,4	-	060	060	060	060	060	060	060
165,1	-	065	065	065	065	065	065	065
177,8	-	070	070	à70	-	070	070	070
190,5	-	075	075	075	075	075	075	075
203,2	-	080	080	080	080	080	080	080
228,6	-	090	090	090	090	090	090	090
254	-	100	100	100	100	100	100	100
279,4	-	110	110	110	110	110	110	110
304,8	-	120	120	120	-	120	120	120
355,6	-	-	140	140	-	140	140	140
406,4	-	-	160	160	-	160	160	160
457,2	-	-	180	180	-	180	180	180
508	-	-	200	200	-	200	200	200
635	-	-	-	250	-	250	250	250
762	-	-	-	300	-	300	300	300
889	-	-	-	-	-	-	350	350
1016	-	-	-	-	-	-	400	400

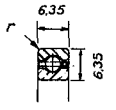
KAA o NAA r0,38



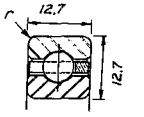
JU o NU r0,38



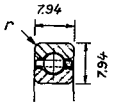
KA o NA r0,64



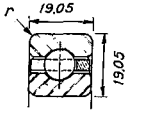
KD o ND r1,52



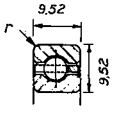
KB o NB r1,02



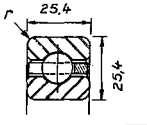
KF o NF r2,03



KC o NC r1,02



KG o NG r2,03

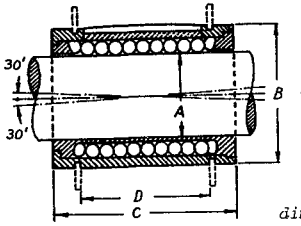


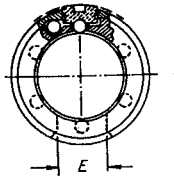
Esempio design. cusc. per carico radiale (CPO) Ø foro 114,3, sezione 12,7x12,7 (KDO45): KDO45-CPO. Il Ø esterno sarà: 114,3+12,7+ +12,7 = 139,7, materiale (cusc.K) acc. 52100. I cusc. tipo N sono anch'essi di acc. 52100 ma trattati con cromatura elettrolitica per renderli resistenti alla corrosione. Il trattamento diminuisce il Ø del foro di 6 µm e aumenta il Ø esterno di 7 µm. Pertanto: Ø foro = 114,3 - 0,006 = 114,294. Ø esterno = 114,3+12,7+ + 12,7 + 0,007 = 139,707.
Tutti i cusc. hanno sfere di acc. inox, separatori non corrosivi e sono prodotti nei tipi: C (carichi radiali puri), A (carichi radiali e assiali) X (qualsiasi combinazione di carichi). per i valori dei carichi ammissibili. Classi di precisione, tolleranze e accoppiamenti chiedere alla Ditta R.A. Rodriguez il catal. N°300
Altri prodotti disponibili:
- Cuscinetti a rulli -
cusc. PITCHLIGN progettati per alte velocità, capacità di alti carichi, spazi ridotti. A due corone di rulli per pompe idrauliche, rotori di elicotteri e altre applicazioni.
- Rulli folli con gambo -
Disponibili in ampia gamma con bloccaggio testine, con scanalature radiali o esagonali, con o senza tenute.
- Bussole a snodi sferici -
Auto-allineanti: una gamma completa di bussole radiali e reggispinta per ogni applicazione.
- Snodi sferici con gambo -
Per lavori industriali pesanti forniscono la più alta capacità di carichi che sia possibile.
Per ulteriori informazioni e letteratura, chiederle alla Ditta.

Bussole a sfere per scorr. assiale "Super Ball-Bushing Thomson"

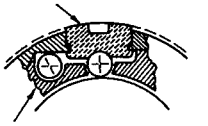
Rappresentante: Rimassa s.a.s. Via Cecchi 13 Genova

Super Ball-Bushing -Autoallineanti (adattamento assiale e radiale rispetto all'albero). Gole che si conformano alle sfere nella zona di carico. Capacità di carico 3 volte superiore oppure (a parità di carico) limite di durata 27 volte superiore della Ball-Bushing normali. Circuiti di guida delle sfere in plastica (scorrevoli, resilienti e con basso coefficiente di attrito). Diametro regolabile nelle sedi registrabili (si può ottenere accoppiamento a zero o leggera precarica). Massa ridotta, silenziosità di funzionamento Economicità di istallazione. Produzione in grandi serie a basso costo.





Piastrina che sostiene le sfere sotto carico



Gabbia delle sfere
Sezione ingrandita

dimens. E: parte mancante nel modello OPN

Super Ball Bush. Mod.	A° toll. ± mm		Ø della sede B Øfis. toll.-0 a + mm		Øreg.	C toll -0a+ mm		D** toll + mm		Ø albero clas. L-TH	toll. +0a- mm	Car. din. ammesso * norm	max. daN	Massa netto kg
SUPER -6	9,52	0,012	15,87	0,012	0,025	22,22	0,38	15,87	0,25	9,50	0,012	31,4	44,1	0,09
-8	12,70	0,012	22,22	0,012	0,025	31,75	0,50	23,87	0,38	12,68	0,012	80,4	114	0,018
-12	19,05	0,012	31,75	0,012	0,025	41,27	0,50	29,46	0,38	19,03	0,012	209	267	0,063
-16	25,4	0,012	39,68	0,012	0,025	57,15	0,50	44,45	0,38	25,38	0,012	347	467	0,113
-24	38,1	0,012	60,32	0,025	0,025	76,2	0,76	57,15	0,50	38,07	0,012	694	890	0,385

Modello OPN per impiego su alberi supportati

Super Ball Bushing Mod.	A° toll. ± mm		Ø sede B toll. +0a- mm		C toll +0a- mm		D** toll + mm		E mm	Ø max alb. clas. L-TH mm	Car. din. ammesso * norm	max. daN	Massa netto kg
SUPER-8 OPN	12,70	0,012	22,22	0,012	31,75	0,50	23,87	0,38	7,93	12,68	80,4	•	0,013
SUPER-12 OPN	19,05	0,012	31,75	0,012	41,27	0,50	29,46	0,38	11,11	19,03	209	•	0,054
SUPER-16 OPN	25,4	0,012	39,68	0,012	57,15	0,50	44,45	0,38	14,28	23,38	347	•	0,095
SUPER-24 OPN	38,1	0,012	60,32	0,025	76,2	0,76	57,15	0,50	19,04	38,07	694	•	0,322

° Quando viene montata nella sede del diametro nominale B, prima della regolazione, qualsiasi variazione del diametro nominale B, farà variare in egual misura il diametro interno A.

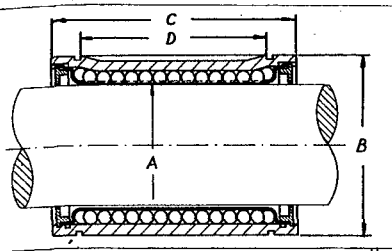
* Calcolato per una durezza dell'albero di 60 HRC e durata di 50800 metri di corsa.

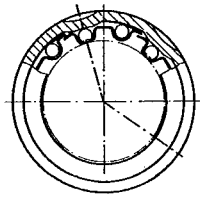
** Questa misura é leggermente più grande di quella degli altri tipi di Ball-Bushing.

• Non conviene normalmente usare bussole OPN a max capacità di carico, perché il supporto limita ulteriori posizionamenti circonferenziali dell'albero. In casi speciali interpellare la ditta.

Bussole a sfere per scorr. assiale "Ball-Bushing Thomson" Integrali

Rappresentante: Rimassa s.a.s. Via Cecchi 13 Genova





N°	Dimensioni comuni serie XA-A-B A	B	C	D	toll. ±	circoli	Massa kg	Dimensioni comuni serie XA-A B toll. +0a	C toll. +0a	Ø sede (1)	toll. -0a	Car. ammiss C (4)	Co (3)
4812	6,35	12,7	19,05	11,11	250	3	0,006	-10	-380	12,7	+13	0,06	0,10
61014	9,52	15,87	22,22	14,29	250	4	0,030	-10	-380	15,87	+13	0,10	0,17
81420	12,7	22,22	31,75	22,22	250	4	0,040	-10	-380	22,22	+13	0,20	0,31
122026	19,05	31,75	41,27	26,99	250	5	0,100	-10	-380	31,75	+13	0,48	0,72
162536	25,4	36,79	57,15	41,27	250	5	0,180	-10	-380	39,69	+13	0,89	1,16
203242	31,75	50,8	66,67	47,62	380	6	0,500	-13	-500	50,8	+25	1,53	2,07
243848	38,1	60,32	76,2	57,15	380	6	0,650	-13	-500	60,32	+25	2,37	3,09
324864	50,8	76,2	101,6	76,2	380	6	1,250	+15	-500	76,2	+25	3,78	4,90
406080	63,5	95,25	127	95,25	380	6	2,000	-20	-630	95,25	+25	6,14	7,61
487296	76,2	114,3	152,4	114,3	380	6	4,100	-25	-760	114,3	+25	8,90	10,9
6496128	101,6	152,4	203,2	152,4	500	6	9,200	-30	-1000	152,4	+25	16,9	19,6

Serie XA altissima precisione	◎ total mm	A toll +0a	Diam. max albero
XA-4812	0,013	-8	6,337
XA-61014	0,013	-8	9,512
XA-81420	0,013	-8	12,687
XA-122026	0,013	-8	19,037
XA-162536	0,013	-8	25,387
XA-203242	0,025	-10	31,737
XA-243848	0,025	-10	38,084
XA-324864	0,038	-10	50,784
XA-406080	0,038	-13	63,482
XA-487296	0,038	-15	76,179
XA-6496128	0,050	-25	101,570

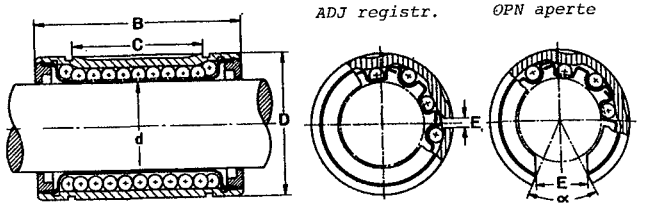
Serie A alta precision	A toll +0a	Diam. max albero	Diam. (2)	sede toll -0a
A-4812	-13	6,324	12,674	+13
A-61014	-13	9,500	15,850	+13
A-81420	-13	12,674	22,200	+13
A-122026	-13	19,024	31,724	+13
A-162536	-13	25,374	39,662	+13
A-203242	-15	31,724	50,756	+25
A-243848	-15	38,072	60,281	+25
A-324864	-20	50,766	76,154	+25
A-406080	-25	63,462	Normalmente	
A-487296	-30	76,156	non consi-	
A-6496128	-50	101,540	gliabile.	

(1) Montaggio bloccato leggero. (2) Montaggio piantato. (3) Calcol. in relazione durezza albero 60 HRC. (4) C= carico dinamico in kN calcol. in relazione a una durata di 50800 m. Co= carico statico in kN. NB Dim. in mm toll. in µp. (Derivate da dimens. in pollici)

Serie B precision normale	A toll. -0a	B toll. +0a	C toll. +0a	D toll. ±	Ø max albero montaggio norm.	piant.	Diametro della sede blocc. legg.	toll. -0a	piantato	toll. -0a	Car.ammis.(3) din(4) C	stat. Co
B-4812	+50	-40	-500	250	6,337	6,337	12,650	+25	12,7	+13	0,05	0,08
B-61014	+50	-40	-500	250	9,512	9,500	15,824	+25	15,87	+13	0,08	0,15
B-81420	+50	-40	-500	250	12,674	12,674	22,174	+25	22,22	+13	0,17	0,26
B-122026	+50	-50	-630	380	19,037	19,024	31,686	+25	31,75	+25	0,41	0,61
B-162536	+50	-50	-630	380	25,387	25,374	39,624	+25	39,69	+25	0,76	0,98
B-203242	+50	-50	-760	380	31,737	31,724	50,723	+25	50,8	+25	1,29	1,78
B-243848	+50	-50	-760	380	38,084	38,072	60,248	+25	60,32	+25	2,02	2,62

segue

Bussole a sfere per scorrim. assiale "Ball-Bushing Thomson"



Dimensioni comuni serie ADJ (registrabile) e serie OPN (aperta)

N°	A (3)	toll. ±	B (4)	toll. +0a	C	toll. +0a	D	toll. ±	Car. amm. (1) din(2) C	stat. Co	Diam. sfere
81420	12,7	13	22,22	-25	31,75	-380	22,22	250	0,19	0,29	2,38
122026	19,05	13	31,75	-25	41,27	-380	26,99	250	0,48	0,72	3,17
162536	25,4	13	39,69	-25	57,15	-380	41,27	380	0,89	1,17	3,97
203242	31,75	15	50,8	-25	66,67	-510	47,62	380	1,53	2,07	4,76
243848	38,1	15	60,32	-25	76,2	-510	57,15	380	2,38	3,09	5,56
324864	50,8	20	76,2	-25	101,6	-510	76,2	380	3,78	4,90	6,35
406080	63,5	25	95,25	-38	127	-630	95,25	380	6,14	7,61	7,94
487296	76,2	30	114,3	-38	152,4	-760	114,3	380	8,90	11,0	9,25
6496128	101,6	51	152,4	-50	203,2	-1020	152,4	510	16,9	19,6	12,7

Serie ADJ (registrabile)	Largh. taglio E	Diam. max albero	Circ. sfere N°	Massa kg	Serie OPN (aperta)	Larghezza taglio E	α	Diam. max albero	Circ. sfere N°	Massa kg
ADJ-81420	1,59	12,68	4	0,040	OPN-81420	6,35	50°	12,68	3	0,030
ADJ-122026	2,38	19,03	5	0,100	OPN-122026	11,11	60°	19,03	4	0,080
ADJ-162536	2,38	25,38	5	0,180	OPN-162536	14,29	60°	25,38	4	0,150
ADJ-203242	2,38	31,73	6	0,500	OPN-203242	15,87	50°	31,73	5	0,400
ADJ-243848	3,17	38,08	6	0,650	OPN-243848	19,05	50°	38,08	5	0,500
ADJ-324864	3,17	50,78	6	1,250	OPN-324864	25,4	50°	50,78	5	1,000
ADJ-406080	3,17	63,48	6	2,500	OPN-406080	31,75	50°	63,48	5	1,900
ADJ-487296	3,17	76,18	6	4,300	OPN-487296	38,1	50°	76,18	5	3,300
ADJ-6496128	3,17	101,57	6	9,200	OPN-6496128	50,8	50°	101,57	5	7,800

(1) Calcolato in relazione durezza albero 60 HRC. (2) Carico din. in kN calcolato in relaz. ad una durata di 50800 m. Co=carico statico in kN. (3) Prima della registrazione. (4) Ø della sede uguale a B ma con tolleranze in più. N.B. Dimensioni in mm. Tolleranze in µm (derivate da dimensioni in pollici).

Tutte le bussole sono costruite con acciai AISI

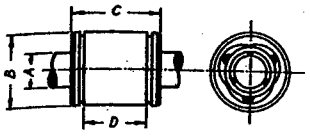
serie	sfere	guscio esterno	guscio interno	anelli di ten.	fornitura
XA,A,ADJ,OPN	acc. al crom	52100	C1020	B1113	normale
XA-SS,A-SS(inox)	440	440	18-8	18-8	a richiesta
B	C1010 (C-Mn)	C1020 (C mn)	C1020 (C-Mn)	B1113 (C-Mn)	normale
XA-SP,A-SP,B-SP	440	acciaio fortemente brunito			a richiesta

Lubrificazione - Sono raccomandati gli oli e i grassi impiegati nei cuscinetti volventi.

segue

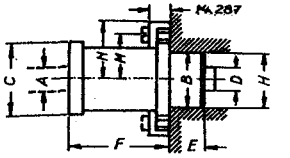
Bussole a sfere per scorr. assiale "Ball Bushing Thomson" speciali

Rappresentante: Rimassa s.a.s. Via Cecchi 13 Genova



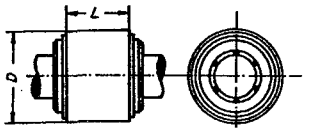
Serie INST supersensitive. Questo tipo é stato studiato appositamente per esigenze di estrema scorrevolezza imposte nella costruzione di sistemi di pilotaggio, centrali di tiro, accelerometri per missili ed aerei, dispositivi inerziali, strum. in genere.

N°	A	+0 a	B	+0 a	C	+0a	D	±	Diam. max alb.	Dia.sede blocc legg.	+0 a	Car.am(1) din.Stat. C(2)	Co	Circ. sfere N°	Massa kg
INST-258-SS	3,17	7	7,93	10	12,70	381	7,93	254	3,164	7,93	2	22,3	35,6	3	0,004
INST-369-SS	4,76	7	9,52	10	14,28	381	9,52	254	4,752	9,52	2	28,9	48,9	3	0,009
INST-4812-SS	6,35	7	12,70	10	19,05	381	11,11	254	6,339	12,70	2	57,8	97,9	3	0,113



Serie DS per portastampi Indicate per sostituire le normali bussole guida-stampi, senza dover modificare il porta stampi stesso ed ottenere vantaggi di durata, corse più lunghe, velocità più elevate, eliminando, riaffilature, inceppamenti, eccentricità.

N°	A	+0 a	B	C	D	E	F	H	M	N
DS-16	25,4	-7	38,104/38,117	48,41	25,400/25,407	23,81	80,56	38,100/38,112	26,98	35,71
DS-20	31,75	-7	44,457/44,467	58,73	31,750/31,757	30,16	93,26	44,450/44,462	32,14	40,87
DS-24	38,1	-7	50,807/50,817	69,05	38,100/38,107	36,51	105,96	50,800/50,812	40,68	50,79
DS-32	50,8	-7	63,507/63,517	89,69	50,800/50,807	49,21	112,31	63,500/63,512	49,21	60,32



Cuscinetto a rulli CMB per uso in combinazione con le Ball Bushing per movimento combinato di scorrimento e rotolamento

N°	Per uso con le Ball Bushing serie	Cusc. radiale Ø sede piantat	L	N°	Per uso con le Ball Bushing serie	Cusc. radiale Ø sede piantato	L
CMB-125	INST-258-SS	12,68	7,937	CMB-1000	XA,A,B-162536	53,93	31,749
CMB-187	INST-369-SS	14,27	7,937	CMB-1250	XA,A,B-203242	60,31	44,449
CMB-250	INST-4812-SS	17,44	9,524	CMB-1500	XA,A,B-243848	95,20	44,449
CMB-250	XA,A,B-4812	17,44	9,524	CMB-2000	XA,A-324864	95,20	44,449
CMB-375	XA,A,B-61014	20,62	12,699	CMB-2500	XA,A-406080	120,60	50,799
CMB-500	XA,A,B-81420	28,56	19,049	CMB-3000	XA,A-487296	152,34	57,148
CMB-750	XA,A,B-122026	38,08	25,400	CMB-4000	XA,A-6496128	150,43	76,198

(1) Calcolo in relazione durezza albero 60 HRC. (2) Carico dinamico in N calcolato in relazione a una durata di 50800 metri.

segue

segue: Bussole a sfere - Calcolo del carico e della durata

Calcolo della durata teorica $L = \left(\frac{C}{P} \cdot FH\right)^3 \cdot 10^5 [m]$

dove: C = coefficiente carico dinamico in N

P = carico radiale equivalente in N

In fase di progettazione si può adottare la formula seguente:

$$C = \frac{P}{FH \cdot FL} \quad [N]$$

dove: FH = coeff. di durezza (diagramma 2)

FL = coeff. di durata (diagramma 1).

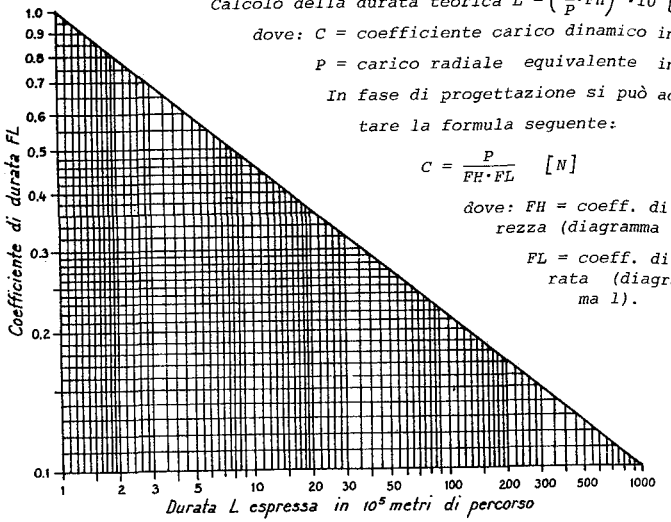


Diagramma 1 relativo al coeffiente di durata.

Esempio di calcolo

Si supponga di dover scegliere le bussole a sfere seria XA adatte per sopportare un carrello con carico di 411 N.
Carico uniforme per ognuna delle 3 bussole 137 N.
Movimento alternativo di m 0,05 a 300 cicli al minuto.
Alberi di durezza 55 HRC. Ore di lavoro presunto 3000.
Calcolo approssimato di progetto.
Durata teorica della bussola espressa in metri
L = 2 x 0,05 x 300 x 60 x 3000 = 5400000 metri
coeff. di durata (diagramma 1) 5400000 = 0,265 FL
coeff. di durezza (diagramma 2) 55 HRC = 0,65 FH
Coefficiente di carico dinamico per ciascuna bussola:

$$C = \frac{P}{FH \cdot FL} = \frac{137}{0{,}65 \cdot 0{,}265} = 795 \text{ N}$$

Può essere adottata una bussola 162536 (C=980N)

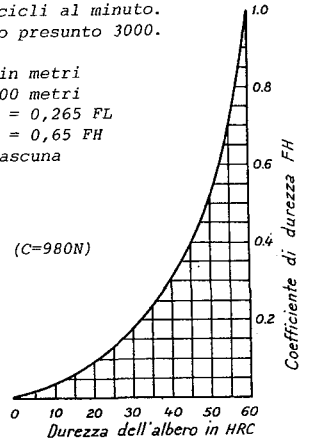
Calcolo di verifica

$$L = \left(\frac{C}{P} \cdot FH\right)^3 \cdot 10^5 \text{ metri} =$$

$$= \left(\frac{890}{137} \cdot 0{,}65\right)^3 \cdot 10^5 = 7515000 \text{ m}$$

$$\text{Durata teorica } Lh = \frac{L}{2 \cdot s \cdot n \cdot 60} =$$

$$= \frac{751500}{2 \cdot 0{,}05 \cdot 300 \cdot 60} = 4175 \text{ ore}$$

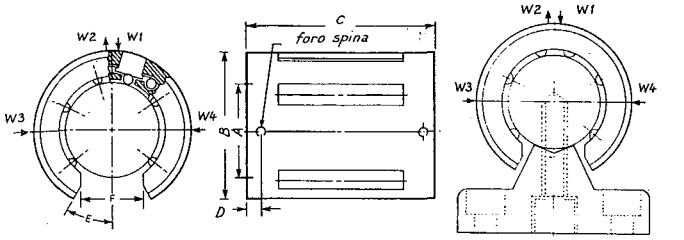


Diagr. 2 relativo al coeff. di durezza.

Bussole a sfere per scorrim. assiale "Ball Bushing Thomson" -Serie XR

S.p.a. Rimassa Via Cecchi 13 Genova Tl. (010)581323 Tx. 270679 RIMASS I

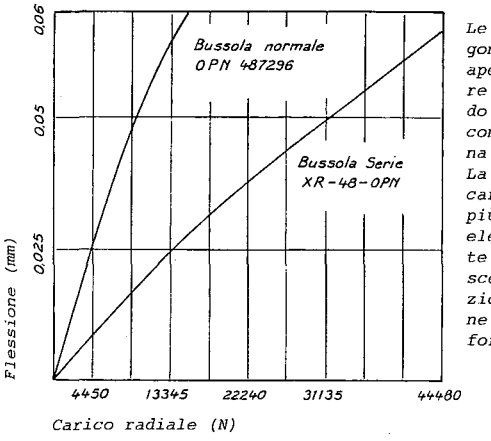
Nuova serie XR extra robusta per applicazioni dove é richiesta la massima rigidità (300%) e capacità di carico (400%) superiori a quelle delle corrispondenti bussole normali. Tipo aperto per albero montato su supporto continuo Toller. di montaggio modificabile attraverso la sede di sostegno (variaz. ± 0,05 per XR 32; 0,07 per XR 48) Sei piste sfere portanti per max capacità di carico e di rigidità in tutte le direzioni L'impiego delle XR semplifica il progetto, il costo e la costruzione delle macchine. Preferire alberi originali Thomson o di analoga qualità (HRC = 60).



Serie XR N°	A nom.	A toll. +0/-	B	C nom.	C toll. +0/-	Spina di ritegno D	Spina di ritegno Ø	E gr	Carico(1) daN W_1	Carico(1) daN W_2	Carico(1) daN W_{3-4}
XR32 OPN	50,8	0,0203	76,2	101,6	0,762	7,95	6,731	27	2000	935	1110
XR48 OPN	76,2	0,0305	114,3	152,4	1,524	10,668	6,731	30	4450	2000	2445

(1) Calcolato per albero 60 HRC e durata corsa 50800 m.

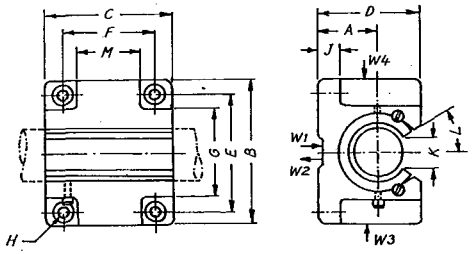
Flessione rispetto al carico radiale



Le bussole serie XR vengono costruite nel tipo aperto per poter scorrere su alberi che, essendo montati su supporto continuo, non hanno alcuna flassione.
La più alta capacità di carico si traduce in più lunga durata e la elevata rigidità in tutte le direzioni garantisce un più preciso funzionamento delle macchine anche nel caso di forti carichi radiali.

segue

Segue: Supporti fissi tipo XPBO per bussole XR - Alberi rettificati



Supporto fisso N°	A +0 -0,025	B	C	D	E ±0,25	F ±0,25	G	H vite
XPBO-32-OPN	60,325	152,4	123,825	88,425	127	95,25	95,25	12,7
XPBO-48-OPN	88,9	212,45	184,15	149,225	177,8	146,939	139,7	15,975

Supporto fisso N°	H foro	J	K min.	L gr	M	Peso kg	Carico daN (1) W_1	W_2	W_3	W_4
XPBO-32-OPN	13,494	22,225	25,4	27	66,675	8,1	2000	935	1110	1110
XPBO-48-OPN	16,669	31,75	38,1	30	104,775	24,75	4450	2000	2445	2445

(1) Per albero avente 60 HRC , corsa 50800 m. Materiale: ferro dolce

Alberi rettificati Thomson

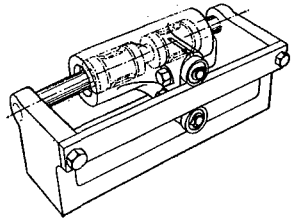
Per bussole derivate da dimens.in pollici.L'albero su cui scorre la bussola agisce come l'anello interno di un cuscinetto. Per tutte le applicazioni (escluso quelle con carico leggero) deve avere durezza di 58-63 HRC per adeguata profondità. Deve essere diritto, concentrico e finitura 0,3-0,5 Ra Possono essere forniti anche a disegno, nelle dimensioni e tolleranze desiderate, nichelati, cromati o altrimenti protetti contro la corrosione.

D (1)	Classi di tolleranza Classe L (2)	L(5)	Classe S (3)	L(5)	Classe D (4)	L(5)	P.T. (6)
6,35	6,337/6,324	2,44	6,324/6,311	2,44	-	-	1,01
9,52	9,512/9,499	3,66	9,499/9,486	3,66	-	-	1,01
12,7	12,687/12,674	3,66	12,674/12,661	3,66	-	-	1,01
19,05	19,037/19,024	3,66	19,024/19,011	3,66	-	-	1,52
25,4	25,387/25,374	4,88	25,374/25,361	3,66	-	-	1,52
25,4	-	-	-	-	25,4/25,407	3,66	2,03
31,75	31,737/31,724	4,88	31,724/31,711	3,66	-	-	2,03
31,75	-	-	-	-	31,75/31,757	3,66	2,03
38,1	38,084/38,072	4,88	38,072/38,059	3,66	-	-	2,03
38,1	-	-	-	-	38,1/38,107	3,66	2,03
50,8	50,784/50,766	4,88	50,766/50,749	3,66	-	-	2,54
50,8	-	-	-	-	50,8/50,807	1,83	2,54
63,5	63,482/63,461	4,88	63,461/63,441	3,66	-	-	2,54
76,2	76,179/76,156	4,88	76,156/76,133	3,66	-	-	2,54
101,6	101,569/101,539	4,88	101,539/101,508	3,66	-	-	2,54

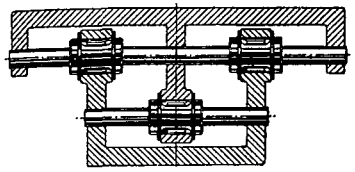
(1) diametro nom. albero, mm. (2) per bussola XA e montaggio normale serie B, mm.(3) per bussole serie A e montaggio piantato serie B, mm.(4) per impiego normale con bussole serie DS, mm.(5) lunghezza max in mm.(6) minima profondità di tempera in mm.

Bussole a sfere per scorrimento assiale - Montaggi e applicazioni

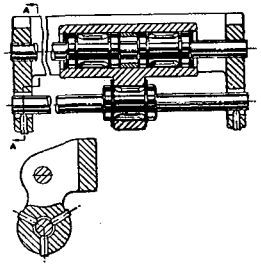
Quando, per qualsiasi ragione,non é possibile utilizzare i montaggi prefabbricati (supporti oscillanti o fissi, blocchetti registrabili) gli alberi su cui scorrono le bussole possono essere sostenuti anche direttamente da un componente su cui sono utilizzati. Ne mostriamo alcuni esempi.



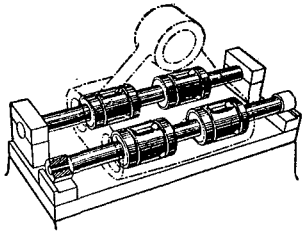
Il carrello é montato su 2 bussole che scorrono su un albero fisso. Il vincolo anti-rotante del carrello é ottenuto a mezzo di due rulli scorrevoli su un'asta oppure di un rullo entro un profilato a U.



L'azione portante del carrello é assolta da due bussole montate fisse, mentre la terza scorre su di un albero di appoggio.



Carrello montato su tre bussole, due delle quali scorrono su albero a parallelismo regolabile con viti disposte a 120°.



Il supporto mobile é sostenuto da due bussole sull'albero fisso e due sull'albero autoassestante.

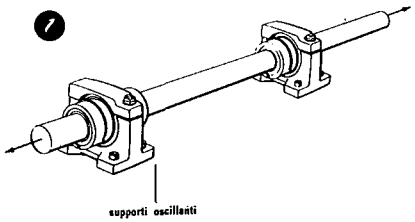
- Alcune applicazioni tipiche -

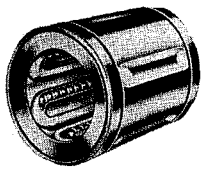
Guide: Stampi di lavorazione alla pressa e maschere di protezione. Seghe alternative; presse tranciatrici mater. plastici. Apparecchi di controllo macchine utensili. Stantuffi pompe alimentazione;mandrini fresatrici a copiare; porta utensili torni per sfacciatura. Cesoie; carrelli. Macchine saldatrici; calcolatrici; tagliatrici della carta; registratrici; fresatrici e modanatrici del legno.

Macchine: Affilatrici; bordatura lastre di vetro; imballaggio; imbottigliamento, scritturazione e etichettatura; industria del tabacco; affilatura degli utensili. Apparecchiature: avvolgimento fili macch. elettriche; tempra a induzione; preselettori per ascensori e montacarichi; regolatori centrifughi.Accelerometri per aerei; bobinatura a fili incrociati macchine tessili, ecc.

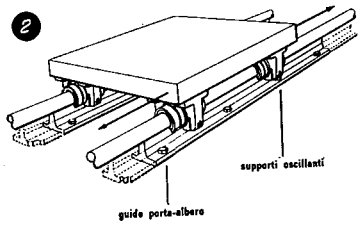
Supporti oscillanti e fissi, blocchetti registr., guide porta alberi

Raffaele Rimassa S.p.a. 16129 Genova Via Cecchi 13 tel. (010) 581323

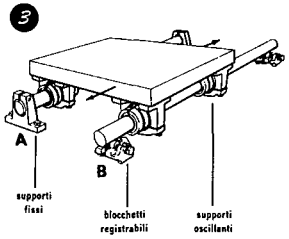




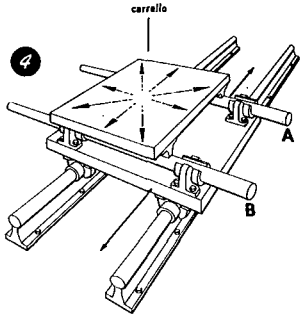
1) Albero singolo per movimenti alternativi montato su due bussole della serie A o della serie ADJ a loro volta montate su supporti oscillanti WM.



2) Carrello per movimente alternativi montato su quattro supporti oscillanti PBO per bussole della serie OPN. Gli alberi sono fissati sulle guide SR che ne assicurano un sostentamento continuo esente da flessioni.

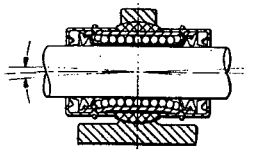


3) Carrello per movimenti alternativi montato su quattro supporti oscillanti della serie PBO per bussole della serie A oppure della serie ADJ. Albero A su supporti fissi SB, albero B su blocchetti registrabili della serie WB.



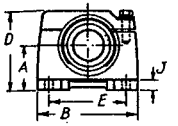
4) Carrello per movimenti alternativi in tutte le direzioni su piani paralleli agli alberi. Il sistema permette il movimento del carrello anche oltrepassando le bussole di tipo aperto montate su "sella". Le bussole a sfere di tipo OPN abbracciano gli alberi A e B e permettono il movimento a sbalzo del carrello. Tutte le otto bussole OPN sono montate su supporti oscillanti PBO (4 sopra e 4 sotto la "sella").
Varianti possibili:
Montaggio di tutti gli alberi sulla "sella".
Montaggio delle bussole al disopra della "sella" e quelle degli alberi al disotto della "sella".
Montaggio alberi al disopra della "sella" e delle bussole al disotto della "sella".

Supporti oscillanti (completi di Ball-Bushing) -Rimassa-Genova

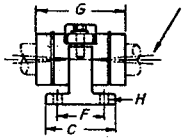


Autoallineanti di 3° in ogni direzione.

Questi supporti oscillanti sono costituiti da una fusione; in unico pezzo, di ghisa malleabile di alta qualità. Vengono forniti completi delle relative bussole a sfere. Sono prelubrificati e pronti per il montaggio.
I due modelli PB e PBO sono autoallineanti e muniti di una vite di regolazione che facilita la registrazione del diametro interno della bussola per eliminare ogni gioco tra l'albero e la stessa bussola o per ottenere, se richiesto anche il precarico. Le guarnizioni di gomma sintetica montate sulle bussole escludono l'intromissione di polvere e trattengono il lubrificante.

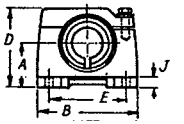


con manic. serie A



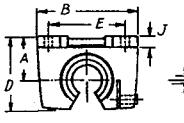
modello PB

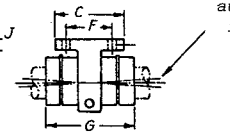
autoallineamenti di 3° in ogni direzione.



con manic. serie ADJ

Con buss. serie A	Con buss. serie ADJ	A ±0,127	B	C	D	E ±0,25	F	G	H bull.	H foro	J	Massa kg
PB-8-A	PB-8-ADJ	22,22	50,8	38,1	41,28	38,1	25,4	42,86	M4	4,8	6,35	0,23
PB-12-A	PB-12-ADJ	28,57	69,85	50,8	53,98	50,8	34,9	52,39	M5	5,6	7,94	0,59
PB-16-A	PB-16-ADJ	34,92	82,55	57,15	65,09	63,5	38,1	73,02	M7	7,1	9,52	0,98
PB-20-A	PB-20-ADJ	44,45	101,6	69,85	82,55	76,2	47,6	92,08	M8	8,7	11,11	2,00
PB-24-A	PB-24-ADJ	50,8	120,6	76,2	95,25	88,9	50,8	101,6	M8	8,7	12,7	2,58
PB-32-A	PB-32-ADJ	63,5	152,4	88,9	120,6	114,3	63,5	127	M10	10,3	15,88	4,76





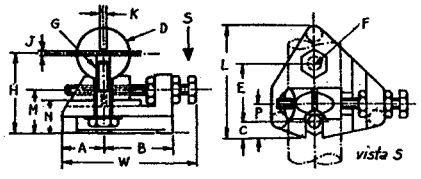
autoallineamenti di 3° in ogni direzione.

modello PBO
con manic. serie OPN

Con buss. serie OPN	A ±0,127	B	C	D	E ±0,25	F ±0,25	G	H bull.	H foro	J	Massa kg
PBO-8-OPN	22,22	50,8	38,1	38,1	38,1	25,4	42,86	M4	4,8	6,35	0,23
PBO-12-OPN	28,57	69,85	50,8	50,8	50,8	34,9	52,39	M5	5,6	7,94	0,59
PBO-16-OPN	34,92	82,55	57,15	60,3	63,5	38,1	73,02	M7	7,1	9,52	0,95
PBO-20-OPN	44,45	101,6	69,85	77,8	76,2	47,6	92,08	M8	8,7	11,11	2,00
PBO-24-OPN	50,8	120,6	76,2	88,9	88,9	50,8	101,6	M8	8,7	12,7	2,58
PBO-32-OPN	63,5	152,4	88,9	114,3	114,3	63,5	127	M10	10,3	15,88	4,76

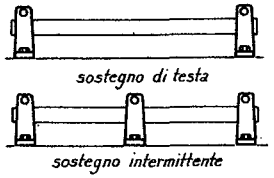
Supporti alberi scorrimento Ball-Bushing (deriv. dimens. poll.)

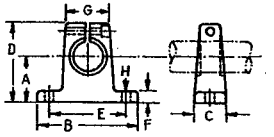
Rappresentante: Rimassa s.a.s. Via Cecchi 13 Genova



Blocchetti registrabili. Permettono un supporto rigido e "regolabile". Due supporti mettono in esatto parallelo un albero con l'altro se di buona dirittura iniziale. Più blocchetti per applicazioni di alta precisione.

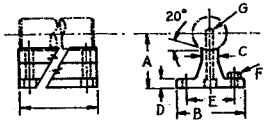
Modello	Diam alb.	L	H	W	A	B	C	E	F	G	J	K	M	N	P	massa kg
WM-8	12,7	38,1	26,99	44,45	12,7	22,22	6,35	19,05	5,56	8-32	1,19	2,38	17,5	12,7	11,11	0,09
WM-16	25,4	50,8	38,1	63,5	19,05	31,75	7,94	27	7,14	1/4-28	1,59	3,18	20,6	17,5	17,5	0,23
WM-24	38,1	63,5	50,8	88,9	30,16	41,27	11,11	30,16	8,73	5/16-24	3,18	3,18	25,4	19,05	19,05	0,50
WM-32	50,8	76,2	63,5	101,6	36,5	47,6	12,7	34,9	10,3	3/8-24	3,18	3,18	31,7	23,8	25,4	0,77
WM-48	76,2	127	109,5	171,4	60,3	85,7	19,05	66,7	16,7	5/8-18	3,18	3,18	57,2	41,3	38,1	1,8
WM-64	101,6	165,1	138,1	215,9	76,2	108	25,4	79,4	19,8	3/4-16	3,18	3,18	69,8	50,8	50,8	3,18





Supporti fissi tipo SR. materiale: ghisa malleabile.

Modello	Diam. alb.	A ±0,05	B	C	D	E ±0,25	F	G	H bull	H foro	Massa kg
SB-8	12,7	25,4	50,8	15,88	42,86	38,1	6,35	19,05	M4	4,8	0,14
SB-12	19,05	31,75	69,85	19,05	53,98	50,8	7,94	25,4	M5	5,6	0,23
SB-16	25,4	38,1	82,55	25,4	65,09	63,5	9,52	34,93	M7	7,1	0,45
SB-20	31,75	44,45	101,6	28,57	76,2	76,2	11,11	44,45	M8	8,7	0,90
SB-24	38,1	50,8	120,6	31,75	88,9	88,9	12,7	50,8	M8	8,7	1,18
SB-32	50,8	63,5	152,4	38,1	114,3	114,3	15,88	66,68	M10	10,3	2,18

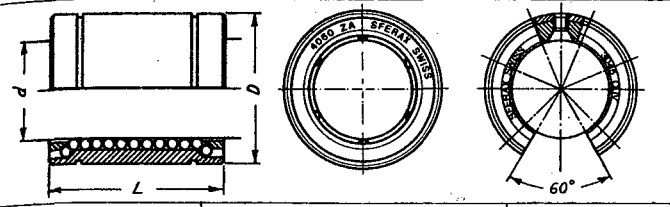


Guide porta alberi tipo SR, lunghezza standard 609,6mm. Si possono tagliare alla misura preferita. Materiale: lega di alluminio.

Modello	Diam. albero	A ±0,05	B	C	D	E	F	G	massa kg
SR-8	12,7	28,58	38,1	6,35	4,76	25,4	M4	M3-M4	0,27
SR-12	19,05	38,1	44,45	9,52	6,35	31,75	M5	M4-M5	0,45
SR-16	25,4	44,45	53,98	12,7	6,35	38,1	M6	M5-M6	0,64
SR-20	31,75	53,98	63,5	14,29	7,94	47,6	M7	M6-M7	0,95
SR-24	38,1	63,5	76,2	17,46	9,52	57,15	M7	M7-M8	1,18
SR-32	50,8	82,55	95,25	22,22	12,7	69,85	M8	M8-M12	1,9

Cuscinetti a sfere per movim. longit. "Sferax" serie metrica

Angst+Pfister S.p.A. Viale Teodorico 25 Milano-TO-BO-PD-Roma-NA.



Tipo	d mm	D mm	L mm	Classe	Eccentr. max µm B	A	XA	ZA	Co N	Y *	Peso g	Ecc. µm	Co N	Y *	Peso g
	Dimens. comuni				Integrali							Aperti a 60° (OUV)			
612	6	12	18						200	50	8		160	62,5	7
815	8	15	20						280	35,7	14		220	45,45	12
816	8	16	20						280	35,7	17		–	–	–
1017	10	17	22						330	30,3	18		260	38,46	16
1222	12	22	27						470	21,2	42		370	27,03	35
1525	15	25	28	I	100	40	40	10	690	14,4	52	10	1100	9,09	43
1626	16	26	30						730	13,6	58		1160	8,62	52
1728	17	28	30						1070	9,3	73		–	–	–
1828	18	28	30						1000	10	66		1600	6,25	60
2032	20	32	35						1240	8	107		2000	5,00	91
2538	25	38	45						1870	5,3	177		–	–	–
2540	25	40	45						1870	5,3	217		3000	3,33	180
3045	30	45	54						2750	3,6	303		4400	2,27	260
3552	35	52	62						3750	2,6	453		6000	1,67	394
4060	40	60	72	II	100	40	40	10	4900	2	725	10	7800	1,28	620
4567	45	67	80						6200	1,6	985		10000	1,00	865
5075	50	75	90						8400	1,1	1427		13400	0,75	1262
6090	60	90	110	III	100	50	50	20	9970	1	2450	20	16000	0,63	2100
70105	70	105	130						15090	0,66	3850		24000	0,42	3500
80120	80	120	150						19710	0,50	6000		31600	0,32	5600
90135	90	135	170	IV	100	60	60	30	24900	0,40	8850	30	40000	0,25	8000
100150	100	150	190						31080	0,32	12200		50000	0,20	10600
125175	125	175	230						43520	0,22	17500		–	–	–
150200	150	200	270	V	150	80	80	50	55950	0,17	25500	–	–	–	–
175225	175	225	310						68380	0,14	33500		–	–	–
200250	200	250	350						80800	0,12	42000		–	–	–

* $Y = 1/Co \cdot 10^{-4}$

Alberi consigliati

Cusc.	Qual.alb.	Ø6-50	Ø 51-100	Ø 100-200	Acciaio	DIN	Dur.HRC
B	III	h6	h6	h6	da temp.	CF 70	65±2
A	I.II.IIIR	-5 -8	-5 -8	-5 -20	da cusc.	100 Cr6	65±2
XA	I.II.IIIR	-3 -5	-3 -8	-3 -18	da cemen.	ECN 35	65±2
ZA	I.IIIR	0 -2	0 -5	0 -15	Inox	X10CrMoV18	59±1

Lungh. su rich. fino a 6000mm. Di norma CF70, R750 N/mm², Re 0,2÷0,4

Cuscinetti integrali, qualit. A (precisa), XA (super prec.) ZA (extra prec.), B (standard) Per cuscin. con dimens. in pollici, cusc. assiali, rotativi, autoallineanti, supporti singoli e continui, slitte assiali lineari, assiali incrociate, assiali lineari con cuscinetti aperti, chiedere catalogo alla Ditta A+P Milano

segue

segue: Cuscinetti a sfere per movim. longit. "Sferax" serie metrica

- Dati tecnici - Ritenitori sfere in bronzo lavor. a macchina. Coeff. d'attrito ~0,002. Velocità max 400 m/min. temperat. di servizio -30 +80°C (esecuzione spec.) con punte di 180°C per brevi periodi.
- Calcolo della durata -

Coefficiente di durata: $fl = X \cdot Y \cdot P$ dove:
X = coefficiente di durezza dell'albero(tabella 1)
Y = coeff. dinam. del cuscinetto (tab. dimensioni)
P = carico normale sul cuscinetto in N.

- Primo esempio -

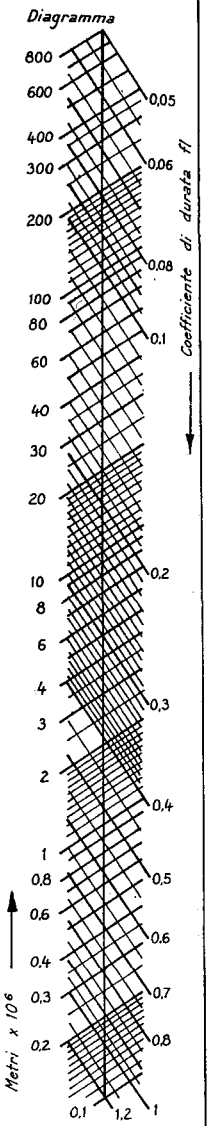
Stelo su due cuscin. carico 500 N (250 N ciascuno) Velocità stelo 100 m/min per 12 ore al giorno. Durata vita richiesta 3600 ore lavorative. Durezza albero 62 HRC. Temperat. esercizio 40°C. Durata richiesta in metri: $100 \cdot 60 \cdot 3600 = 21{,}6 \cdot 10^6$ m. $21{,}6 \cdot 10^6 = 0{,}175$ (diagramma) X = 1,07 (tabella 1).

$$Y = \frac{fl}{X \cdot P} = \frac{0{,}175}{1{,}07 \cdot 250} = 6{,}5 \cdot 10^4$$

Si può usare due cuscinetti tipo 2538 oppure

- Secondo esempio -

Slitta su 4 cusc. aperti carico 2000 N (500 N ciascuno) 200 corse complete Di 400 mm al minuto, alberi 63 HRC. Temperat. 120°C, diam. alberi 30 mm. Durata in ore: Cusc. OUV 3045 avente $Y = 2{,}27 \cdot 10^{-4}$ X = 1,06 (tab. 1) Percor. $0{,}4 \cdot 2 \cdot 200 \cdot 60 = 9600$ m/h. Coeff. durata $fl = X \cdot Y \cdot P = 1{,}06 \cdot 2{,}27 \cdot 10^{-4} \cdot 500 = 0{,}12$. Durata in metri: $0{,}12 = 60 \cdot 10^6$ (diagramma) a 120° (tabella 2) é: $0{,}92 \cdot 60 \cdot 16^6 = 55{,}2 \cdot 10^6$. Durata in ore: $55{,}2 \cdot 10^6 : 9600 = 0{,}00575 \cdot 10^6 = 5750$ h



Tab. 1 - Coeff. X durezza albero

HRC	X	HRC	X	HRC	X
51	1,93	56	1,27	61	1,085
52	1,74	57	1,19	62	1,07
53	1,58	58	1,15	63	1,06
54	1,45	59	1,12	64	1,05
55	1,35	60	1,10	65	1,04

Tab.2-Coeff.Z

°C	Z
80	1,0
125	0,92
140	0,88
150	0,85
180	0,77

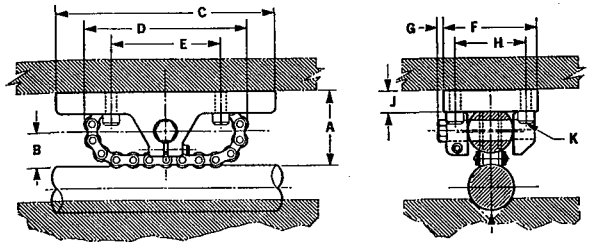
Toll. consigl. per la sede: Con anelli elastici (chiedere cusc. con scanalat.) od incollaggio: H6. Per fissaggio assiale bloccato

Ø alb. mm	Classe	Qualità	Toll. µm
6÷25,4	I	A	-2-7
		XA	-1-5
		ZA	0-2
		B	-2-10
30÷50,8	II	A	-2-9
		XA	-1-6
		ZA	0-3
		B	-2-12
60÷76,2	III	A	-2-12
		XA	-1-3
60÷76,2	III	ZA	0-5
		B	-2-16
80÷101,6	IV	A	-2-15
		XA	-1-10
		ZA	0-7
		B	-2-20
125÷200	V	A	-2-20
		XA	-1-15
		ZA	0-10
		B	-2-25

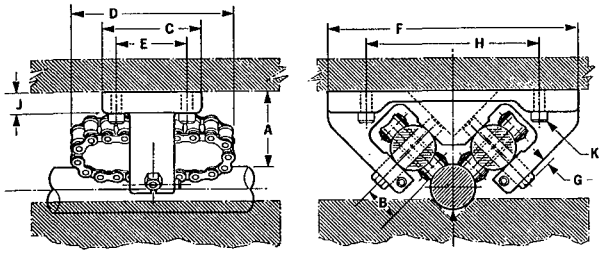
Cuscinetti a rulli concavi per scorrim. assiale "ROUNDWAY" Thomson

S.p.a. Rimassa Via Cecchi 13 Genova Tf.(010)581323 Tx.270679 RIMASS I

I supporti a rulli ROUNDWAY si usano per applicazioni nelle quali sono richiesti carichi maggiori di quelli sopportati dai manicotti a sfere. Sono praticamente cuscinetti a rulli a circolazione continua; il loro perno di articozione é eccentrico per eliminare gli scarti di tolleranza accumulatisi tra i vari elementi di montaggio. La sede di rotolamento "oscillante" garantisce la distribuzione uniforme del carico sui rulli. Per questa ragione, per la forma cilindrica e le estremità rotonde della sfera di rotolamento stessa, ha il vantaggio di essere autoallineante.



Nº di modello	Ø guida	A	C	D	E	F	G	H	J	K	Car. st.	kN din*	Massa kg
RW - 8 - S	12,7	25,4	76,2	60,32	38,1	31,75	4,76	23,81	7,94	M3	5,02	4,31	0,226
RW - 16 - S	25,4	44,45	127	95,25	63,5	53,97	6,35	41,27	12,7	M5	14,6	13,4	0,997
RW - 24 - S	38,1	63,5	165,1	136,52	88,9	73,02	7,94	53,97	15,87	M8	27,8	26,7	2,537
RW - 32 - S	50,8	82,55	215,9	187,32	114,3	92,07	9,52	69,85	19,05	M10	55,5	54,9	5,617
RW - 48 - S	76,19	127	330	279	117	152	12,7	108	31,7	M16	111	107	21,79
RW - 64 - S	101,59	165	431	377,8	228	196,8	12,7	139,6	38	M20	223	214	47,67

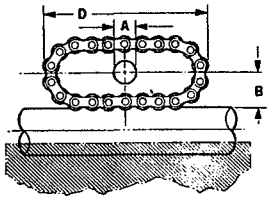


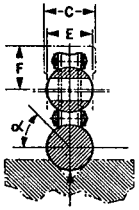
Nº di modello	Ø guida	A	C	D	E	F	G	H	J	K	Car. st.	kN din*	Massa kg
RW - 8 - V	12,7	25,4	34,92	60,32	25,4	76,2	4,76	57,15	7,94	M4	7,11	6,09	0,498
RW -16 - V	25,4	44,45	57,15	95,25	41,27	146,05	6,35	101,6	12,7	M5	20,4	19,1	2,220
RW -24 - V	38,1	63,5	69,85	136,25	50,8	200,02	7,94	152,4	15,87	M8	39,5	38,2	5,300
RW -32 - V	50,8	82,55	88,9	187,32	63,5	247,65	9,92	190,5	19,05	M10	78,6	77,7	11,42
RW -48 - V	76,19	127	139,6	279	101,5	393,7	15,8	304,8	31,7	M16	160	156	40,86
RW -64 - V	101,59	165	177,7	377,8	127	489	19,4	381	38	M20	321	312	87,62

* Basato su durata scorrim. 50800 m. Durezza guide tonde 60 HRC.

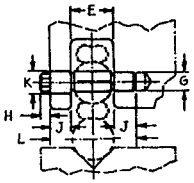
segue

segue: Cuscinetti a rulli concavi per scorr. ass. "ROUNDWAY" Thomson

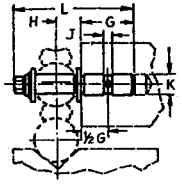




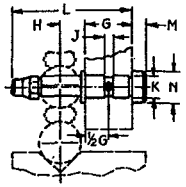
Tutti i tipi di perno di articolazione consentono una regolazione di ± 0,38 mm



Tipo A



Tipo B



Tipo C

Se si usano viti di fermo per bloccare il perno di articolazione devono essere situate ad angolo retto con il carico applicato al supporto. * Basato su una durata di scorrimento di 50800 m e durezza guide tonde di 60 HRC.

Dimensioni e carichi comuni ai tre modelli

N° di modello	Diametro guida max	Diametro guida min	A +0,013 -0	B	C	D	E	F	α	Carico amm. kN statico	Carico amm. kN din.*
-8-	12,7	12,649	6,350	11,430	15,875	60,325	12,751	14,29	50°	5,02	4,31
-16-	25,4	25,349	11,907	20,320	25,451	95,25	25,451	23,81	50°	14,6	13,4
-24-	38,1	38,024	18,257	29,210	38,151	136,52	38,151	34,92	55°	27,8	26,7
-32-	50,8	50,698	24,607	38,1	50,851	187,32	51,308	44,45	55°	55,5	54,9
-48-	76,19	76,09	39,69	58,4	76,25	279	76,25	69,84	50°	111	107
-64-	101,59	101,49	52,39	76,2	101,65	377,8	101,65	88,89	50°	223	214

N° di modello	G +0 -0,018	H	J	K +0 -,025	Massa kg
RW-8-A	5,555	4,76	7,94	7,142	0,136
RW-16-A	11,112	6,35	12,7	12,7	0,498
RW-24-A	17,462	7,94	15,87	19,05	1,359
RW-32-A	23,812	9,52	19,05	25,4	3,307
RW-48-A	38,10	15,08	31,74	41,27	10,89
RW-64-A	50,80	18,25	38,09	53,97	26,32

N° di modello	G	H	J	K +0 -0,025	L	massa kg
RW-8-B	19,05	7,94	3,17	7,887	41,27	0,136
RW-16-B	31,75	15,08	4,76	12,649	70,64	0,498
RW-24-B	44,45	22,22	6,35	18,999	100,01	1,363
RW-32-B	57,15	28,57	7,94	25,349	128,59	3,488
RW-48-B	88,89	44,44	12,69	41,22	203,19	11,26
RW-64-B	101,59	57,14	12,69	53,92	247,64	27,97

N° di modello	G +1,53 -0	H	J	K +0 -0,025	L	M	N	Massa kg
RW-8-C	18,26	7,94	3,17	7,887	42,86	5,55	11,11	0,136
RW-16-C	30,16	15,08	4,76	12,649	73,02	7,94	19,05	0,498
RW-24-C	42,07	22,22	6,35	18,999	104,77	12,7	25,4	1,449
RW-32-C	53,18	28,57	7,94	25,349	133,35	15,87	33,34	3,579
RW-48-C	77,58	44,44	12,69	41,22	184,14	25,4	-	11,62
RW-64-C	103,18	57,14	12,69	53,92	238,12	41,27	-	28,69

Il calcolo della portata e della durezza é uguale a quello dei Ball-Bushing. Se usati per le stesse applicazioni, il risultato della formula della durata si usa per scegliere in tabella il supporto singolo.

segue

segue: Cuscinetti a rulli concavi per scorrimenti assiali "Roundway"

I supporti sono disponibili di tipo singolo su blocchetto di montaggio normale e di tipo doppio di montaggio a "V". Possono essere forniti: sedi di rotolamento, cingoli portarulli e perni di articolazione adatti per il montaggio diretto su carrelli o altri componenti di macchine. Alcuni suggerimenti, in forma schematica per il montaggio dei supporti e delle loro guide che possono essere combinati in modi diversi. La applicazione del carico é indicata dalle frecce. 1° gruppo (figg. 2÷6) La gravità mantiene il carrello sulle guide e possono essere precaricati escluso quello indicato in fig. 2. Un supporto semplice non sopporta carichi laterali. Pertanto si usano, in combinazione con supporti doppi a "V" o equivalenti.

2° gruppo (figg. 7÷14) illustrano montaggi adatti a sopportare carichi da tutte le direzioni. I montaggi di figg. 7 ÷ 10 sono quasi uguali a quelli di figg. 11 ÷ 14 ad eccezione del diverso orientamento dei supporti a rulli che reggono i carichi orizzontali.

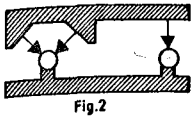


Fig.2

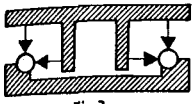


Fig.3

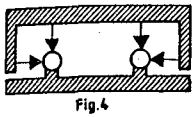


Fig.4

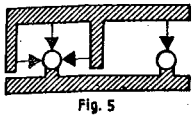


Fig. 5

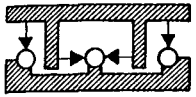


Fig.6

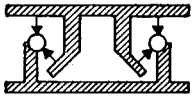


Fig.7

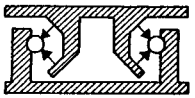


Fig.8

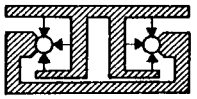


Fig.9

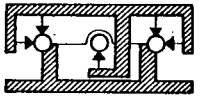


Fig.10

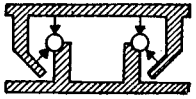


Fig.11

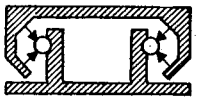


Fig.12

Fig.13

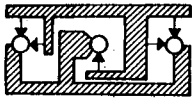
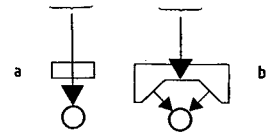


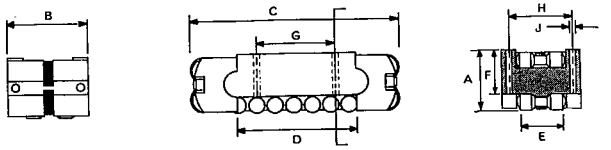
Fig.14

Il coefficiente d'attrito per i supporti a rulli Roundway é circa 0,005 per il supporto singolo (a) e di 0,007 per il supporto doppio (b) montato a V (90°). Questo coefficiente é costante per quanto riguarda l'attrito di rotolamento che per quello statico o di distacco (spunto). Lubrificazione: un buon grasso da cuscinetti darà buoni risultati per tutte le applicazioni normali. Alberi rettificati e morsetti di montaggio sono disponibili nelle misure appropriate (vedi Ball-Bushing).



Pattini lineari a rulli "Tychoway"

S.p.a. Rimassa Via Cecchi 13 Genova Tf.(010)581323 Tx.270679 RIMASS I



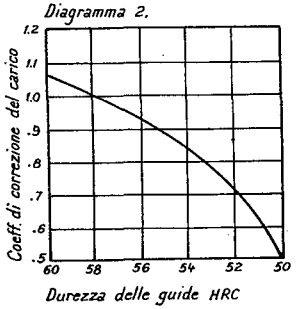
N° RZA	A	B	C	D max	E	F	G	H	J	Carichi(1 C(2)	Co
5000	14,287/14,280	22,222/22,177	50,8	29,525	11,43	10,46	19,05	17,07	2,7	9,8	19,3
5001/2	19,050/19,043	25,4 /25,35	73	38,350	15,24	13,97	25,4	20,62	2,7	18,9	35,3
5002	28,575/28,565	38,1 /38,05	101,6	57,550	22,86	20,96	38,1	30,96	4,3	43,7	77
5003/1	38,100/38,087	50,8 /50,72	139,7	76,700	30,48	27,94	50,8	41,28	5,3	79,4	131
5004	57,150/57,137	76,2 /76,12	206,4	115,1	45,72	41,91	76,2	61,9	6,4	193	304
5005	76,200/76,185	101,6 /101,5	279,4	153,4	60,96	55,88	101,6	82,55	8,4	361	543

(1) in kN, calcolati in relazione ad un piano di guida con durezza di almeno 58 HRC. (2) carico dinamico, calcolato in relazione ad una durata di 254000 metri.

-Calcolo della capacità e durata-
La durata del pattino in funzione di un prestabilito carico, si deduce calcolando C/P. La durata si rileva dal diagramma 1 dove:
C = capacità dinamica (N). P = carico sul pattino (N). Esempio: P = 9000 N, pattino RZA 5001/2

$$\frac{C}{P} = \frac{18900}{9000} = 2{,}1 \quad \text{Durata} = 2800 \times 10^3 \text{ m di movimento.}$$

- Durezza delle guide -
Il diagramma 2 indica le correzioni del carico da apportare per guide di durezza minore di 58 HRC
Esempio - Se la durezza risulta di 56 HRC, occorre ridurre il carico allo 0,94 della capacità.



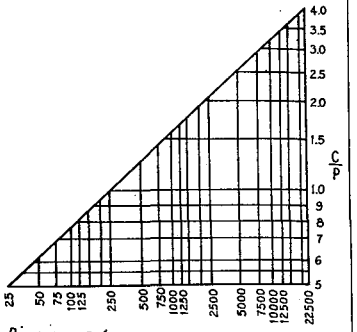


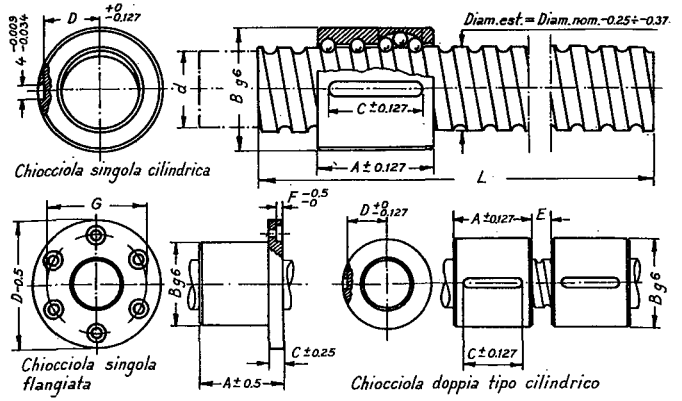
Diagramma 1.
Durata espressa in migliaia di m movimento

I pattini Tychoway assommano la rigidità indispensabile per i lavori di precisione con un basso coefficiente di attrito (<0,005). Il modello più piccolo é indicato per la sistemazione su gruppi e meccanismi compatti, quali stampi o piccoli strumenti di precisione Per un preciso e immediato spostamento delle componenti di grandi macchine, quali alesatrici, tracciatrici a coordinate, complessi transfer per prestazioni gravose, sono prescritti i modelli più grandi. Sul catalogo, ottenibile dalla Ditta, sono illustrati anche i supporti elastici per effettuare il precarico e dati interessanti il montaggio.

Viti a ricircolazione di sfere "ROTAX"

Raffaele Rimassa S.p.a. 16129 Genova Via Cecchi 13 tel. (010) 581323

Le viti a ricircolazione di sfere ROTAX convertono la forza e il movimento rotativo in forza e movimento lineare (e viceversa) e sono facilmente adattabili a meccanismi elettrici, idraulici o pneumatici. Mentre un albero a vite convenzionale ha una perdita di potenza, causata dall'attrito,che può assorbire fino all'85% della potenza motrice, le viti a ricircolazione di sfere ROTAX hanno una resa meccanica di circa il 90% grazie al movimento, quasi senza attrito, delle sfere fra la chiocciola e l'albero filettato. Oltre ai modelli standard (ne mostriamo solo 3 tipi di larga applicazione si sono prodotti oltre 100 tipi diversi adatti per carichi da 400 a 13.200 N. (interpellare in proposito la Ditta Rimassa).



Dimensioni e carichi (comuni)						Chiocciola sing. cilindrica				
ø nom	Passo	d	L (in metri)	Carichi kN din.	stat.	N° di riferimento	A	B	C	D
25	5	22	0,4-0,6-0,8-1,2	9,071	25,13	G25/5/(L)/P	30	40	20	17,6
31	10	25	0,4-0,6-0,8-1-1,1-1,6	24,24	63,6	G31/10/(L)/P	53	53	32	24,1
37	10	31	0,4-0,6-0,8-1-1,2-1,4-1,6-1,8-2-2,4	26,15	77,18	G37/10/(L)/X	53	59	32	27,1
50	10	44	0,4-0,6-0,9-1,2-1,5-1,8-2,1-2,4	32,10	99,64	G50/10/(L)/P	53	72	32	33,6
62	10	56	0,6-0,9-1,2-1,5-1,8-2,1-2,4-2,7-3	38,83	126,5	G62/10/(L)/X	53	84	32	39,6
75	10	69	0,6-0,9-1,2-1,5-1,8-2,1-2,4-2,7-3	45,6	154	G75/10/(L)/P	53	97	32	46,1

Chiocciola singola flangiata								Chiocciola doppia cilindrica					
N° di rifer.	A	B	C	D	E	F	G	N° di rifer.	A	B	C	D	E
G25/5/(L)/F	40	40	12	70	6	6	54	G25/5/(L)/F	30	40	20	17,6	4
G31/10/(L)/F	67	53	16	88	6	8	70	G31/10/(L)/D	53	53	32	24,1	4
G37/10/(L)/Y	71	59	20	105	6	10	81	G37/10/(L)/Z	53	59	32	27,1	4
G50/10/(L)/F	71	72	20	118	6	10	94	G50/10/(L)/D	53	72	32	33,6	4
G62/10/(L)/Y	75	84	26	140	6	12	112	G62/10/(L)/Z	53	84	32	39,6	4
G75/10/(L)/F	77	97	26	155	6	14	127	G75/10/(L)/D	53	97	32	46,1	4

Trovano impiego in larghi settori della meccanica e particolarmente nelle costruzioni aeronautiche come azionatori lineari (es. capacità 20000 N corsa 70 mm in 5 s con interruttori di fine corsa) per deflettori, per comandi ipersostentatori, uscita delle ali, piani di coda, carrelli di atterraggio, ecc.

segue

segue: Viti a ricircolazione di sfere "ROTAX"

Quando la chiocciola non venga inserita in un foro a stretta tolleranza del componente della macchina, bisognerà imbussolarla; minimo spessore di parete 1,5 mm. Il gioco assiale della chiocciola singola é normalmente contenuto nei limiti di 0,02 a 0,07 mm. A richiesta, giochi più limitati.

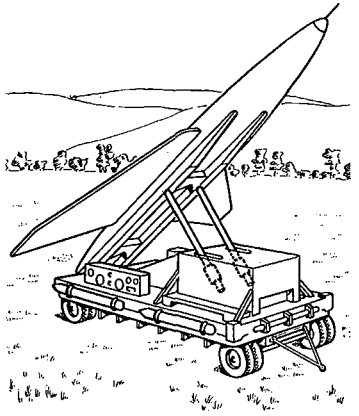
Carichi

I carichi dinamici sono calcolati per una durata pari a 1.000000 di giri. Durate superiori, con maggior numero di circuiti di sfere.

Durata N° giri: $\left(\frac{\text{carico din.}}{\text{car. effet.}}\right)^3 \times 10^6$

Velocità di funzionamento

La veloc. di rotaz. di un albero deve essere del 20% della sua veloc. critica. Stabilito il rapporto L/K (L=lungh. albero, K = 0,25 del diam.) e sistemi di supporti, la ROTAX indicherà il limite di velocità ottimale.



Materiali

Acciai temprati per induzione, acciai nitrurati, acciai da cementazione al Ni-Cr, acciai inossidabili martensitici per trattamenti termici speciali e al Cr temprabili. Temperature di esercizio da - 60 a + 100°C, con materiali speciali fino a 500°C.

Complessi a chiocciola doppia

Vengono usati dove si debba eliminare ogni gioco assiale, oppure ottenere una certa rigidezza sotto carico.

A seconda delle esigenze si possono usare diversi tipi di montaggio come:

a) Due chiocciole cilindriche con scanalature frontali, montate in cannotto chiuso alle due estremità da due anelli filettati.

b) Due chiocciole cilindriche con chiavetta, montate in un cannotto chiuso ad una estremità con anello filettato.

c) Una chiocciola flangiata con chiavetta, una chiocciola cilindrica con chiavetta e anello filettato per regolare il precarico contro il cannotto.

Il cannotto può essere sia una parte della macchina che un componente da accoppiare.

d) Sistema Vernier (vedi fig. 2) a spostamento differenziale fra le due chiocciole.

E' il più usato, nei complessi a doppia chiocciola, perché si ottiene una regolazione sicura e precisa, che mantiene il grado di precarico sotto qualsiasi condizione.

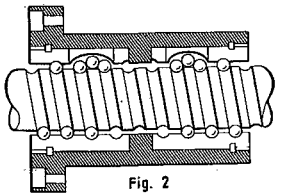


Fig. 2

Fig. 2 - Sistema Vernier - (incastro a denti in numero diverso per ciascuna chiocciola).

Altri impieghi caratteristici

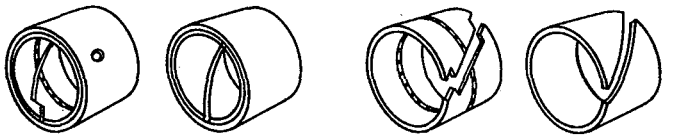
Meccanismi di sollevamento di carrelli per il lancio di missili guidati. Regolatori di tavoli operatori. Attrezzature di raggi X. Letti regolabili. Carrelli elevatori a forca. Attrezzature di segnalazioni ferroviarie, ecc.

Boccole NYLINED e NYLINER per rotol. e scorrim. assiale

Spa RIMASSA Via Cecchi 13 Genova Telef. 010/581323 Tx 270679 RIMASS I

Nylined tipi 1 e 2 - Boccole formate da guscio di acciaio e parte interna in Nyliner; il tipo 1 con scanalat. anulare di lubrif. Consigliabili per montaggio piantato

Nyliner tipi 3 e 4 - Consigliabili quando sul particolare su cui vanno montate si può predisporre una sede di tenuta. Il tipo 1 ha scanalat. anulare di lubrificaz.



tipo 1 *tipo 2* *tipo 3* *tipo 4*

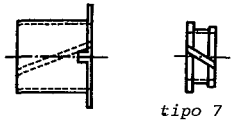
Sigla tipi 1e2 *	diametro nominale int.	diametro nominale est.	lunghezza	diam. max alb.	sede diametro min	sede diametro max
4N6	6,35	8,73	9,52	6,35	8,71	8,72
5N7	7,94	11,11	11,11	7,94	11,10	11,12
6N8	9,52	12,7	12,7	9,52	12,67	12,7
8N8	12,7	15,87	12,7	12,7	15,85	15,87
10N12	15,87	19,05	19,05	15,87	19,02	19,05
12N12	19,05	22,22	19,05	19,05	22,2	22,22
14N12	22,22	25,4	19,05	22,22	25,37	25,4
16N16	25,4	28,57	25,4	25,4	28,55	28,57
18N16	28,57	31,75	25,4	28,57	31,72	31,75
20N16	31,75	34,92	25,4	31,75	34,90	34,92

* Aggiung. D alla sigla del tipo 2

Sigla tipo 3	Sigla tipo 4 *	diametro int. bocc.	diametro max alb.	sede diam.	sede battenti dist.	sede battenti Øint.
-	3L4	4,78	4,76	5,95	5,33	5,20
4L6	4L6	6,37	6,35	7,49	8,30	6,80
5L7	5L7	7,96	7,94	9,69	9,77	8,50
-	5L9	7,96	7,94	9,69	13,97	8,50
6L6	6L6	9,55	9,52	11,27	12,70	10,03
8L8	8L8	12,72	12,70	14,45	12,70	13,20
-	8L12	12,72	12,70	14,45	19,55	13,20
9L8	-	14,31	14,29	16,04	12,70	14,85
10L12	10L12	15,90	15,87	17,62	17,78	16,38
-	10L16	15,90	15,87	17,62	26,16	16,38
-	12L5	19,07	19,05	20,78	8,63	19,10
12L12	12L12	19,07	19,05	20,78	17,78	19,55
14L12	14L12	22,25	22,22	23,85	17,78	22,68
-	16L8	25,42	25,40	26,89	10,92	25,90
16L16	-	25,42	25,40	26,89	23,87	25,90
-	16L18	25,42	25,40	27,78	29,36	25,90
18L16	-	28,60	28,57	30,11	23,87	29,08
-	18L18	28,60	28,57	30,96	29,36	29,08
20L16	-	31,77	31,75	33,31	23,87	32,25
-	20L18	31,77	31,75	34,13	29,36	32,25
24L20	24L20	38,15	38,10	40,29	30,22	38,98
-	32L39	50,85	50,80	53,98	62,73	51,81
-	48L28	76,25	76,20	79,38	44,95	77,21

* Aggiungere D alla sigla del tipo 2.

tipo 5
tipo 6



tipo 7

Nyliner flangiate (con chiavetta) per montaggi con carico portante e di spinta. Alberi Ø 6,35 a 38,1 mm; metriche Ø 5 a 25 mm
Nyliner a innesto (tipo 7) di facile montaggio su sedi ricavate da lamierino. Alberi Ø 3,17 a 19,05 mm; metr. Ø 3 a 12mm.

Prod. "Thomson" mater. plastico antifrizione "Zytel" Du Pont.

La boccola Nyliner é prodotta con procedimento speciale di stampaggio e successivo trattamento per cui essa ha uno spessore sottile e uniforme entro ristrette tolleranze e priva di tensioni interne La parte interna é trattenuta alle due estremità del guscio di acciaio da un bordino che ne impedisce lo spostamento longitudinale, mentre é libera di ruotare e di dilatarsi e contrarsi nel senso della circonferenza. Nel catalogo ottenibile dalla Ditta, sono riportati i dati delle tolleranze, i carichi dinamici e statici sopportabili alle diverse velocità di rotazione, la resistenza chimica, al calore, all'abrasione e le istruzioni di montaggio.

Sezione L

TOLLERANZE

Tolleranze ed accoppiamenti sistema ISO

Lavorazione in tolleranza significa operare nei limiti entro i quali può variare una quota, senza pregiudicare le caratteristiche di funzionalità e di sostituibilità dell'organo meccanico cui la quota si riferisce. Nella progettazione di un complesso meccanico occorre infatti stabilire l'entità dello scostamento che potrà avere la quota effettiva rispetto a quella nominale, definendo cioé un campo di variazione accettabile o tollerato ai fini delle caratteristiche suddette. Nella definizione della precisione di progetto dovranno concorrere, oltre i fattori inerenti al pezzo come quelli di forma, di massa, di moto, di durata, ecc. anche quelli inerenti alla scelta delle macchine utensili, delle attrezzature, dei calibri disponibili, ecc. onde realizzare la maggiore economia di lavorazione. Il sistema ISO di tolleranze ed accoppiamenti si riferisce alla tolleranza sulle dimensioni dei pezzi lisci e agli accoppiamenti corrispondenti alla loro connessione. Data l'importanza particolare dei pezzi cilindrici a sezione circolare questi sono previsti esplicitamente. Resta però inteso che tutto ciò che é detto per questi pezzi, si applica integralmente a tutti gli altri pezzi lisci e che, in particolare, i termini generici foro e albero designano ugualmente lo spazio contenente o contenuto tra due facce (o piani tangenti) parallele di un pezzo qualunque come: larghezza di cava, spessore di chiavetta ecc. La fig. 1 illustra le definizioni di un accoppiamento che in seguito sarà semplificato come nello schema di figura 2.

- Sistema di tolleranza -

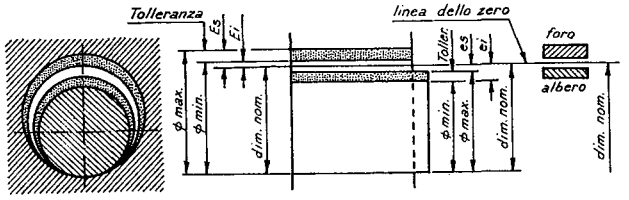


Fig. 1 Fig. 2

Definizioni: Es = scostam. super. del foro (differ. algebr. fra la dimens. max e la dimens. nominale corrisp.) Ei = scostam. infer. del foro (diff. alg. fra la dim. min. e la dim. nom. corrispond. es = scostam. super. dell'albero. ei = scost. inf. dell'albero. Secondo le posiz. rispett. delle zone di toll. del foro e dell'alb. l'accopp. può essere: a) con gioco, b) incerto, c) con interer., nei due sistemi di accopp.: albero base (fig.3), foro base (fig.4)

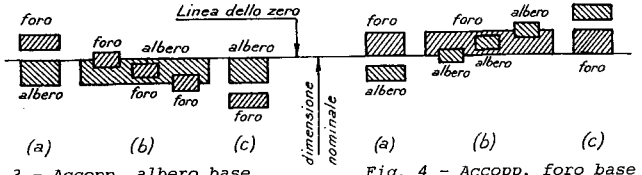


Fig. 3 - Accopp. albero base Fig. 4 - Accopp. foro base

segue

segue: Tolleranze e accoppiamenti sistema ISO

Qualità di tolleranza

E' designata da un simbolo numerico. Il valore della tolleranza, a parità di qualità, varia con la dimensione nominale.

Posizione di tolleranza

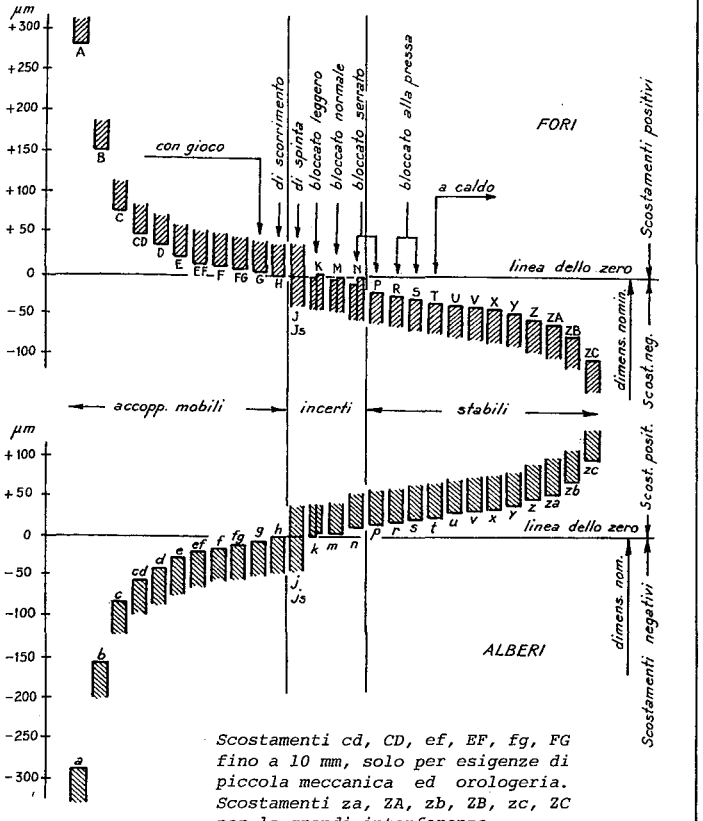
rispetto alla linea dello zero, é funzione della dimensione nominale e designata da una o due lettere, maiuscole per fori, minuscole per gli alberi.

Designazione

E' definita dal valore nominale, dalla posizione e dalla qualità. Esempio: 18g6 (zona di tolleranza) oppure 18H7/g6 (accoppiamento). E' facoltativa l'indicazione dei valori fra parentesi. Esempi:

foro 20H7 $^{+0,021}_{0}$ alb. 20g6 $^{-0,007}_{-0,020}$

Fig. 5 - Simboli per qualità e posizione di toller. ed accoppiamenti- (La suddiv.: con gioco, di spinta ecc. é desunta dalla prat. indust.)



segue

segue: Tolleranze e accoppiamenti sistema ISO

Grado di toller. internazion. (IT)

Gruppo di tolleranze dipendenti dal variare della grandezza base, ma che fornisce il medesimo relativo livello di precisione, entro il grado dato.

Gruppi di dimensioni nominali

Sono previste 19 qualità di tolleranze fondamentali denominate: IT 01, IT0, IT1 fino a IT17. Per le qualità 01, 0 e 1 i valori delle tolleranze fondamentali in micrometri, sono calcolati in funzione della dimensione D (in mm). Per le qualità 5 fino a 17 i valori sono determinati sulla base dell'unità di tolleranza i espressa in micrometri e calcolate in funzione di D (media geometrica delle dimensioni estreme di ogni singolo gruppo) espressa in mm, mediante la seguente formula: $i = 0{,}45^3 D + 0{,}001D$. Per le qualità 2, 3 e 4, i valori delle tolleranze fondamentali, sono approssimativamente scaglionati in progressione geometrica, tra i valori IT1 e IT5.

- Tabella 1 - Valori delle tolleranze fondamentali -

IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
0,3+0,008D	0,5+0,012D	0,8+0,020D	progressione geometrica approssimativa tra IT1 e IT5.			7i	10i

IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i

- Tabella 2 - Valori numerici delle tolleranze fondamentali -

Gruppo di dimensioni in mm	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
da 1 fino a 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
> 3 " " 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
> 6 " " 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
> 10 " " 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
> 18 " " 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
> 30 " " 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
> 50 " " 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
> 80 " " 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
>120 " " 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
>180 " " 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
>250 " " 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
>315 " " 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
>400 " " 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97

Gruppo di dimensioni in mm	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
da 1 fino a 3	25	40	60	100	140	250	400	600	-
> 3 " " 6	30	48	75	120	180	300	480	750	-
> 6 " " 10	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
> 10 " " 18	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
> 18 " " 30	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
> 30 " " 50	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
> 50 " " 80	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
> 80 " " 120	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
>120 " " 180	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
>180 " " 250	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
>250 " " 315	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
>315 " " 400	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
>400 " " 500	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6000

segue

segue: Tolleranze e accoppiamenti sistema ISO

Selezioni di accoppiamenti

Teoricamente si potrebbe scegliere un numero infinito di accoppiamenti ma, per le ragioni indicate in premessa, la normazione italiana, come altre normazioni estere, prevede una serie ridotta di zone di tolleranza per accoppiamenti raccomandati. Da questa serie sufficiente per la maggior parte delle industrie, si possono derivare le selezioni che meglio si adattano alle particolari necessità in relazione alla qualità di produzione, di ogni industria. Di seguito sono riportati: una selezione (primaria e secondaria) appositamente elaborata per un complesso industriale di meccanica medio fine con potenzialità di circa 3000 dipendenti. Alcune selezioni estere e i valori degli scostamenti di tutta la serie ridotta della normazione italiana.

- Accoppiamenti raccomandati (da UNI 7218) -

Zone di tolleranza per alberi

Qualità	a	b	c	d	e	f	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	x
5							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o		
6						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o	*	
7					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o	*	*
8				*	*	*		*											
9	*	*		*	*			*											
10				*				*											
11	o	o	o					*											

Zone di tolleranza per fori

Qualità	A	B	C	CD	D	E	F	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	Z	ZB	ZC
6							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o			
7							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o			
8						*	*		*	*	*	*	*	*	*				*		
9				•	*	*	*		*		*									*	*
10				•	*	*	.		*												
11	o	o	*	•	*				*												
13		•																			

(*) uso generale, mecc.fine, orolog. (°) solo uso gener. (•) solo mecc. fine e orolog.

Selezione per un complesso industriale di meccanica medio-fine.

La selezione, tenuto conto delle precisioni da raggiungere nei vari strumenti prodotti dall'azienda, si basa sulla esperienza pratica dell'organizzazione industriale, piuttosto che su considerazioni teoriche ed ha stretta analogia con quella suggerita, in casi analoghi dalla normazione inglese. La prima selezione di 6 accoppiamenti provvede, in larga parte, alle esigenze della normale produzione. La seconda selezione di accoppiamenti addizionali, insieme alla prima, copre per il 95% la buona e media qualità dei prodotti.

Gradi di tolleranza

(accoppiamenti sistema foro base)

Foro H8: ottenuto per alesatura.
Foro H7: prodotto di rettifica, brocciatura o accurata alesatura.
Foro H6: può essere ottenuto da accurata rettifica, levigatura, microfinitura, alesatura a mano.

Gradi di tolleranza degli alberi

Accoppiamenti liberi o con gioco

Albero d10: accoppiam. liberi per alberi rotanti in supporti comuni con cuscinetti, pulegge lib. ecc.
Albero e9: accoppiam. liberi larghi, particolari ben lubrificati, che richiedono giochi apprezzab.
Alberi f8 e f7: per accoppiam. liberi medio e preciso, lubrificati a grasso od olio, senza sostanziali differenze di temperatura, scatole di ruotismi su cuscinetti, supporti di piccoli motori elettrici, pompe, ecc.

segue

segue: Tolleranze e accoppiamenti sistema ISO

Alberi g6 e g5: accoppiam. precisi di posizione, più costosi come lavorazione e quindi non consigliabili come accoppiam. liberi, escluso attrezzature di precisione con carichi leggeri, pistoni e particolari a lavoro articolato per cassetti di distribuzione, giunti di precisione come accoppiamenti di posizione ecc.
Albero h8: ha un limite superiore di zero, in pratica di solito risulta con un leggero gioco ed é usato come accoppiam. di scorrimento di precisione.

b) Accoppiamenti incerti

Albero j6: si può prevedere un leggero gioco o una piccola interferenza. Per accoppiamento di giunti, mozzi di ruote, anelli a morsetto, ecc.
Albero k6: accoppiam. incerto ma senza gioco, consigliato per accoppiam. di posizione dove l'interferenza é tollerata di proposito per ottenere, per esempio, la eliminazione delle vibrazioni.

c) Accoppiam. con interferenza

Albero p6: é un vero accoppiam. di interferenza con un foro H7. Da bloccare alla pressa per materiali ferrosi o per acc. con ottone.
Albero s6: l'ampiezza dell'interferenza é sufficiente per bloccare alla pressa particolari non ferrosi come anelli forzati su alberi, sedi di valvole, ecc. (vedi valori numerici nelle pag. seg.).

Selezione di accoppiamenti esteri

- Gran Bretagna -
Sistema ISO - BS 1916C: 1954
Selezione primaria
H8/e8,H8/f8, H7/g6, H8/h7, H7/k6, H7/p6.
Selezione secondaria
H8/d9,H7/f7, H6/g5, H8/j7, H7/s6.
- Stati Uniti e Canada -
Sistema in µ inch.
ANSI - B4.1 R 1974.
liberi o di scorrimento:
H5/g4,H6/g5, H7/f6, H8/f7, H8/e7, H9/c8, H9/d8, H10/c9, H11/-.
con gioco: H6/h5, H7/h6, H8:H7, H9/f8,H10/e9,H11/c10,H12/-,H13/-.
incerti : H7/js6, H8/js7, H7/k6, H8/k7, H7/n6, H7/n7.
con interf. H6/n5, H7/p6, H7/r6. bloccati o forzati: H6/-,H7/s6, H7/t6, H7/u6, H8/x7.
Sistema metrico
ISO - ANSI - B4.2 1978
con gioco: H11/c11, H9/d9, H8/f7 H7/g8,H7/h6. incerti: H7/k6,H7/n6 con interferenza: H7/p6, H7/s6, H7/u6. con gioco: C11/h11, D9/h9, F8/h7,G7/h6,H7/h6. incerti:K7/h6, N7/h6. con interferenza: P7/h6, S7/h6, U7/h6.
Per l'indicazione delle tolleranze sui disegni, vedere il capitolo Disegni tecnici (UNI 3976).

- Tolleranze ottenibili da lavoraz. di macchina in gradi IT -

Lavorazione:	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
Lappatura e levigatura	■	■						
Rettifica cilindrica		■	■	■				
Rettifica di superficie		■	■	■	■			
Tornitura a diamante		■	■	■				
Alesatura a diamante		■	■	■				
Brocciatura		■	■	■	■			
Metallo(da polvere)dimensionato			■	■	■			
Alesatura a macchina			■	■	■	■	■	
Tornitura				■	■	■	■	■
Metallo(da polveri)sinterizzato				■	■	■	■	
Alesatura				■	■	■	■	■
Fresatura						■	■	■
Foratura						■	■	■
Punzonatura						■	■	■
Da fusione								■

Tolleranze sistema ISO - Selezione (pratica) di accoppiamenti

Grup. dim. mm	libero		con gioco		con gioco		inc.	int.	libero		libero		inc.	blc.	libero	
	FORO		ALBERO		FORO	ALBERO			FORO	ALB.	FORO	ALBERO			FORO	ALB.
	H8	e9	f8	h8	H7	g6	k6	p6	H8	d10	H7	f7	j6	s6	H6	g5
da 1 a 3	+14 / 0	-14 / -39	-6 / -20	0 / -14	+10 / 0	-2 / -8	+6 / 0	+12 / +6	+14 / 0	-20 / -60	+10 / 0	-6 / -16	+4 / -2	+20 / +14	+6 / 0	-2 / -6
> 3 a 6	+18 / 0	-20 / -50	-10 / -28	0 / -18	+12 / 0	-4 / -12	+9 / +1	+20 / -12	+18 / 0	-30 / -78	+12 / 0	-10 / -22	+6 / -2	+27 / +19	+8 / 0	-4 / -9
> 6 a 10	+22 / 0	-25 / -61	-13 / -35	0 / -22	+15 / 0	-5 / -14	+10 / +1	+24 / +15	+22 / 0	-40 / -98	+15 / 0	-13 / -28	+7 / -2	+32 / +23	+9 / 0	-5 / -11
> 10 a 18	+27 / 0	-32 / -75	-16 / -43	0 / -27	+18 / 0	-6 / -17	+12 / +1	+29 / +18	+27 / 0	-50 / -120	+18 / 0	-16 / -34	+8 / -3	+39 / +28	+11 / 0	-6 / -14
> 18 a 30	+33 / 0	-40 / -92	-20 / -53	0 / -33	+21 / 0	-7 / -20	+15 / +2	+35 / +22	+33 / 0	-65 / -149	+21 / 0	-20 / -41	+9 / -4	+48 / +35	+13 / 0	-7 / -16
> 30 a 50	+39 / 0	-50 / -112	-25 / -64	0 / -39	+25 / 0	-9 / -25	+18 / +2	+42 / +26	+39 / 0	-80 / -180	+25 / 0	-25 / -50	+11 / -5	+59 / +43	+16 / 0	-9 / -20
> 50 a 65	+46 / 0	-60 / -134	-30 / -76	0 / -46	+30 / 0	-10 / -29	+21 / +2	+51 / +32	+46 / 0	-100 / -220	+30 / 0	-30 / -60	+12 / -7	+72 / +53	+19 / 0	-10 / -23
> 65 a 80														+78 / +59		
> 80 a 100	+54 / 0	-72 / -159	-36 / -90	0 / -54	+35 / 0	-12 / -34	+25 / +3	+59 / +37	+54 / 0	-120 / -260	+35 / 0	-36 / -71	+13 / -9	+93 / +71	+22 / 0	-12 / -27
> 100 a 120														+101 / +79		
> 120 a 140														+117 / +92		
> 140 a 160	+63 / 0	-85 / -185	-43 / -106	0 / -63	+40 / 0	-14 / -39	+28 / +3	+68 / +43	+63 / 0	-145 / -305	+40 / 0	-43 / -83	+14 / -11	+125 / +100	+25 / 0	-14 / -32
> 160 a 180														+133 / +108		
> 180 a 200														+151 / +122		
> 200 a 225	+72 / 0	-100 / -215	-50 / -122	0 / -72	+46 / 0	-15 / -44	+33 / +4	+79 / +50	+72 / 0	-170 / -355	+46 / 0	-50 / -96	+16 / -13	+159 / +130	+29 / 0	-15 / -35
> 225 a 250														+169 / +140		
> 250 a 280	+81 / 0	-110 / -240	-56 / -137	0 / -81	+52 / 0	-17 / -49	+36 / +4	+88 / +56	+81 / 0	-190 / -400	+52 / 0	-56 / -108	+16 / -16	+190 / +158	+32 / 0	-17 / -40
> 280 a 315														+202 / +170		
> 315 a 355	+89 / 0	-125 / -265	-62 / -151	0 / -89	+57 / 0	-18 / -54	+40 / +4	+89 / +62	+89 / 0	-210 / -440	+57 / 0	-62 / -119	+18 / -18	+226 / +190	+36 / 0	-18 / -43
> 355 a 400														+244 / +208		
> 400 a 450	+97 / 0	-135 / -290	-68 / -165	0 / -97	+63 / 0	-20 / -60	+45 / +5	+108 / +68	+97 / 0	-230 / -480	+63 / 0	-68 / -131	+20 / -20	+272 / +232	+40 / 0	-20 / -47
> 450 a 500														+292 / +252		

(Valori da UNI-ISO 286/2)

Scostamenti per alberi (µm)

mm	a9	a11	b9	b11	c11
da 1 a 3	-270 -295	-270 -330	-140 -165	-140 -200	-60 -120
> 3 a 6	-270 -300	-270 -345	-140 -170	-140 -215	-70 -145
> 6 a 10	-280 -316	-280 -370	-150 -186	-150 -240	-80 -170
> 10 a 18	-290 -333	-290 -400	-150 -193	-150 -260	-95 -205
> 18 a 30	-300 -352	-300 -430	-160 -212	-160 -290	-110 -240
> 30 a 40	-310 -372	-310 -470	-170 -232	-170 -330	-120 -280
> 40 a 50	-320 -382	-320 -480	-180 -242	-180 -340	-130 -290
> 50 a 65	-340 -414	-340 -530	-190 -264	-190 -380	-140 -330
> 65 a 80	-360 -434	-360 -550	-200 -274	-200 -390	-150 -340
> 80 a100	-380 -467	-380 -600	-220 -307	-220 -440	-170 -390
>100 a120	-410 -497	-410 -630	-240 -327	-240 -460	-180 -400
>120 a140	-460 -560	-460 -710	-260 -360	-260 -510	-200 -450
>140 a150	-520 -620	-520 -770	-280 -380	-280 -530	-210 -460

mm	a9	a11	b9	b11	c11
>160 a180	-580 -680	-580 -830	-310 -410	-310 -560	-230 -480
>180 a200	-660 -775	-660 -950	-340 -455	-340 -630	-240 -530
>200 a225	-740 -855	-740 -1030	-380 -495	-380 -670	-260 -550
>225 a250	-820 -935	-820 -1110	-420 -535	-420 -710	-280 -570
>250 a280	-920 -1050	-920 -1240	-480 -610	-480 -800	-300 -620
>280 a315	-1050 -1180	-1050 -1370	-540 -670	-540 -860	-330 -650
>315 a355	-1200 -1340	-1200 -1560	-600 -740	-600 -960	-360 -720
>355 a400	-1350 -1490	-1350 -1710	-680 -820	-680 -1040	-400 -760
>400 a450	-1500 -1655	-1500 -1900	-760 -915	-760 -1160	-440 -840
>450 a500	-1650 -1805	-1650 -2050	-840 -995	-840 -1240	-480 -880

Per le posizioni a e b (alberi) e A e B (fori) gli scostamenti sono previsti per dimensioni oltre 1 mm e non da 1 mm.

mm	d8	d9	e7	e8	f6	h5	h6	h7	h9	h10	h11	j5	j7	js5
da 1 a 3	-20 -34	-20 -45	-14 -24	-14 -28	-6 -12	0 -4	0 -6	0 -10	0 -25	0 -40	0 -60	+2 -2	+6 -4	+2 -2
> 3 a 6	-30 -48	-30 -60	-20 -32	-20 -38	-10 -18	0 -5	0 -8	0 -12	0 -30	0 -48	0 -75	+3 -2	+8 -4	+2,5 -2,5
> 6 a 10	-40 -62	-40 -76	-25 -40	-25 -47	-13 -22	0 -6	0 -9	0 -15	0 -36	0 -58	0 -90	+4 -2	+10 -5	+3 -3
> 10 a 18	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-16 -27	0 -8	0 -11	0 -18	0 -43	0 -70	0 -110	+5 -3	+12 -6	+4 -4
> 18 a 30	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-20 -33	0 -9	0 -13	0 -21	0 -52	0 -84	0 -130	+5 -4	+13 -8	+4,5 -4,5
> 30 a 50	-80 -119	-80 -142	-50 -75	-50 -89	-25 -41	0 -11	0 -16	0 -25	0 -62	0 -100	0 -160	+6 -5	+15 -10	+5,5 -5,5
> 50 a 80	-100 -146	-100 -174	-60 -90	-60 -106	-30 -49	0 -13	0 -19	0 -30	0 -74	0 -120	0 -190	+6 -7	+18 -12	+6,5 -6,5
> 80 a120	-120 -174	-120 -207	-72 -107	-72 -126	-36 -58	0 -15	0 -22	0 -35	0 -87	0 -140	0 -220	+6 -9	+20 -15	+7,5 -7,5
>120 a180	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-43 -68	0 -18	0 -25	0 -40	0 -100	0 -160	0 -250	+7 -11	+22 -18	+9 -9
>180 a250	-170 -242	-170 -285	-100 -146	-100 -172	-50 -79	0 -20	0 +29	0 -46	0 -115	0 -185	0 -290	+7 -13	+25 -21	+10 -10
>250 a315	-190 -271	-190 -320	-110 -162	-110 -191	-56 -88	0 -23	0 -32	0 -52	0 -130	0 -210	0 -320	+7 -16	+29 -26	+12,5 -11,5
>315 a400	-210 -299	-210 -350	-125 -182	-125 -214	-62 -98	0 -25	0 -36	0 -57	0 -140	0 -230	0 -360	+7 -18	+31 -28	+13,5 -12,5
>400 a500	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-68 -108	0 -27	0 -40	0 -63	0 -155	0 -250	0 -400	+7 -20	+31 -32	+13,5 -13,5

Scostamenti per alberi (µm)

mm	js6	js7	k5	k7	m5	m6
da 1 a 3	+3 -3	+5 -5	+4 0	+10 0	+6 +2	+8 +2
> 3 a 6	+4 -4	+6 -6	+6 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4
> 6 a 10	+4,5 -4,5	+7 -7	+7 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6
> 10 a 18	+5,5 -5,5	+9 -9	+9 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7
> 18 a 30	+6,5 -6,5	+10 -10	+11 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8
> 30 a 50	+8 -8	+12 -12	+13 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9
> 50 a 80	+9,5 -9,5	+15 -15	+15 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11
> 80 a 120	+11 -11	+17 -17	+18 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13
> 120 a 180	+12,5 -12,5	+20 -20	+21 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15
> 180 a 250	+14,5 -14,5	+23 -23	+24 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17
> 250 a 315	+16 -16	+26 -26	+27 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20
> 315 a 400	+18 -18	+28 -28	+29 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21
> 400 a 500	+20 -20	+31 -31	+32 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23

mm	m7	n5	n6	n7	p5	p7
da 1 a 3	(1)	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+10 +6	+16 +6
> 3 a 6	+16 +4	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+17 +12	+24 +12
> 6 a 10	+21 +6	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+21 +15	+30 +15
> 10 a 18	+25 +7	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+26 +18	+36 +18
> 18 a 30	+29 +8	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+31 +22	+43 +22
> 30 a 50	+34 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+57 +26	+51 +26
> 50 a 80	+41 +11	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+45 +32	+62 +32
> 80 a 120	+48 +13	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+52 +37	+72 +37
> 120 a 180	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+83 +43
> 180 a 250	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+96 +50
> 250 a 315	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+108 +56
> 315 a 400	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+87 +62	+119 +62
> 400 a 500	+86 +23	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+95 +68	+131 +68

mm	r5	r6	r7	s5	s7	t5(°
da 1 a 3	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+18 +14	+24 +14	+22 +18
> 3 a 6	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+24 +19	+31 +19	+38 +23
> 6 a 10	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+29 +23	+38 +23	+34 +28
> 10 a 18	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+36 +28	+46 +28	+41 +33
> 18 a 30	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+44 +35	+56 +35	+50 +41
> 30 a 40	+45	+50	+59	+54	+68	+59 +48
> 40 a 50	+34	+34	+34	+43	+43	+65 +54
> 50 a 65	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+66 +53	+83 +53	+79 +66
> 65 a 80	+56 +43	+62 +43	+73 +43	+72 +59	+89 +59	+88 +75
> 80 a 100	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+86 +71	+106 +71	+106 +91
> 100 a 120	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+94 +79	+114 +79	+119 +104
> 120 a 140	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+110 +92	+132 +92	+140 +122
> 140 a 160	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+118 +100	+140 +100	+152 +134
> 160 a 180	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+126 +108	+148 +108	+164 +146
> 180 a 200	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+142 +122	+168 +122	+186 +166
> 200 a 225	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+150 +130	+176 +130	+200 +180
> 225 a 250	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+160 +140	+186 +140	+216 +196
> 250 a 280	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+181 +158	+210 +158	+241 +218
> 280 a 315	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+193 +170	+222 +170	+263 +240
> 315 a 355	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+215 +190	+247 +190	+293 +268
> 355 a 400	+130 +114	+150 +114	+171 +114	+233 +208	+265 +208	+319 +294
> 400 a 450	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+259 +232	+295 +232	+357 +330
> 450 a 500	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+279 +252	+315 +252	+387 +360

(1) Non previsto, scegliere n7.
(°) t5,t6,t7(mm 1 a 18) non previsti, scelti u5,u6,u7.

Scostamenti per alberi (µm)

mm	t6(°	t7(°	u6	u7	x7
da 1	+24	+28	+24	+28	+30
a 3	+18	+18	+18	+18	+20
> 3	+31	+35	+31	+35	+40
a 6	+23	+23	+23	+23	+28
> 6	+27	+43	+37	+43	+49
a 10	+28	+28	+28	+28	+34
> 10					+58
a 14	+44	+51	+44	+51	+40
> 14	+33	+33	+33	+33	+63
a 18					+45
> 18			+54	+62	+75
a 24	+54	+62	+41	+41	+54
> 24	+41	+41	+61	+69	+85
a 30			+48	+48	+64
> 30	+64	+73	+76	+85	+105
a 40	+48	+48	+60	+60	+80
> 40	+70	+79	+86	+95	+122
a 50	+54	+54	+70	+70	+97
> 50	+85	+96	+106	+117	+152
a 65	+66	+66	+87	+87	+122
> 65	+94	+105	+121	+132	+176
a 80	+75	+75	+102	+102	+146
> 80	+113	+126	+146	+159	+213
a100	+91	+91	+124	+124	+178
>100	+126	+139	+166	+179	+245
a120	+104	+104	+144	+144	+210
>120	+147	+162	+195	+210	+288
a140	+122	+122	+170	+170	+248
>140	+159	+174	+215	+230	+320
a160	+134	+134	+190	+190	+280
>160	+171	+186	+235	+250	+350
a180	+146	+146	+210	+210	+310
>180	+195	+212	+265	+282	+396
a200	+166	+166	+236	+236	+350
>200	+209	+226	+287	+304	+431
a225	+180	+180	+258	+258	+385
>225	+225	+242	+313	+330	+471
a250	+196	+196	+284	+284	+425
>250	+250	+270	+347	+367	+527
a280	+218	+218	+315	+315	+475
>280	+272	+292	+382	+402	+577
a315	+240	+240	+350	+350	+525
>315	+304	+325	+426	+447	+647
a355	+268	+268	+390	+390	+590
>355	+330	+351	+471	+492	+717
a400	+294	+294	+435	+435	+660
>400	+370	+393	+530	+553	+803
a450	+330	+330	+490	+490	+740
>450	+400	-423	+580	+603	+883
a500	+360	+360	+540	+540	+820

Scostamenti per fori (µm)

mm	A11	B11	B13	C11	D9
da 1	+330	+200	+280	+120	+45
a 3	+270	+140	+140	+60	+20
> 3	+345	+215	+320	+145	+60
a 6	+270	+140	+140	+70	+30
> 6	+370	+240	+370	+170	+76
a 10	+280	+150	+150	+80	+40
> 10					
a 14	+400	+260	+420	+205	+93
> 14	+290	+150	+150	+95	+50
a 18					
> 18					
a 24	+430	+290	–	+240	+117
> 24	+300	+160		+110	+65
a 30					
> 30	+470	+330	–	+280	
a 40	+310	+170		+120	+142
> 40	+480	+340	–	+290	+80
a 50	+320	+180		+130	
> 50	+530	+380	–	+330	
a 65	+340	+190		+140	+174
> 65	+550	+390	–	+340	+100
a 80	+360	+200		+150	
> 80	+600	+440	–	+390	
a100	+380	+220		+170	+207
>100	+630	+460	–	+400	+120
a120	+410	+240		+180	
>120	+710	+510	–	+450	+245
a140	+460	+260		+200	+145
>140	+770	+530	–	+460	
a160	+520	+280		+210	+245
>160	+830	+560	–	+480	+145
a180	+580	+310		+230	
>180	+950	+630	–	+530	
a200	+340	+240		+240	
>200	+1030	+670	–	+550	+285
a225	+740	+380		+260	+170
>225	+1110	+710	–	+570	
a250	+820	+420		+280	
>250	+1240	+800	–	+620	
a280	+920	+480		+300	+320
>280	+1370	+860	–	+650	+190
a315	+1050	+540		+330	
>315	+1560	+960	–	+720	
a355	+1200	+600		+360	+350
>355	+1710	+1040	–	+760	+210
a400	+1350	+680		+400	
>400	+1900	+1160	–	+840	
a450	+1500	+760		+440	+385
>450	+2050	+1240	–	+880	+230
a500	+1650	+840		+480	

mm	la3	> 3÷6	> 6÷10
CD 9	+59 +34	+76 +46	+92 +56

mm	la3	> 3÷6	> 6÷10
CD 10	+74 +34	+94 +46	+114 +56

mm	la3	> 3 ÷ 6	> 6÷10
CD 11	+94 +34	+121 +46	+146 +56

mm	D10	D11
da 1	+60	+80
a 3	+20	+20
> 3	+78	+105
a 6	+30	+30
> 6	+98	+130
a 10	+40	+40
> 10	+120	+160
a 18	+50	+50
> 18	+149	+195
a 30	+65	+65
> 30	+180	+240
a 50	+80	+80
> 50	+220	+290
a 80	+100	+100
> 80	+260	+340
a120	+120	+120
>120	+305	+395
a180	+145	+145
>180	+355	+460
a250	+170	+170
>250	+400	+510
a315	+190	+190
>315	+440	+570
a400	+210	+210
>400	+480	+630
a500	+230	+230

mm	E8	E9
da 1	+28	+39
a 3	+14	+14
> 3	+38	+50
a 6	+20	+20
> 6	+47	+61
a 10	+25	+25
> 10	+59	+75
a 18	+32	+32
> 18	+73	+92
a 30	+40	+40
> 30	+89	+112
a 50	+50	+50
> 50	+106	+134
a 80	+60	+60
> 80	+126	+159
a120	+72	+72
>120	+148	+185
a180	+85	+85
>180	+172	+215
a250	+100	-100
>250	+191	+240
a315	+110	+110
>315	+214	+265
a400	+125	+125
>400	+232	+290
a500	+135	+135

Scostamenti per fori (µm)

mm	E10	F6	F7	F8	F9	G6	G7	H9	H10	H11	J6	J7	J8
da 1	+54	+12	+16	+20	+31	+8	+12	+25	+40	+60	+2	+4	+6
a 3	+14	+6	+6	+6	+6	+2	+2	0	0	0	-4	-6	-8
> 3	+68	+18	+22	+28	+40	+12	+16	+30	+48	+75	+5	+6	+10
a 6	+20	+10	+10	+10	+10	+4	+4	0	0	0	-3	-6	-8
> 6	+83	+22	+28	+35	+49	+14	+20	+36	+58	+90	+5	+8	+12
a 10	+25	+13	+13	+13	+13	+5	+5	0	0	0	-4	-7	-10
> 10	+102	+27	+34	+43	+59	+17	+24	+43	+70	+110	+6	+10	+15
a 18	+32	+16	+16	+16	+16	+6	+6	0	0	0	-5	-8	-12
> 18	+124	+33	+41	+53	+72	+20	+28	+52	+84	+130	+8	+12	+20
a 30	+40	+20	+20	+20	+20	+7	+7	0	0	0	-5	-9	-13
> 30	+150	+41	+50	+64	+87	+25	+34	+62	+100	+160	+10	+14	+24
a 50	+50	+25	+25	+25	+25	+9	+9	0	0	0	-6	-11	-15
> 50	+180	+49	+60	+76	+104	+29	+40	+74	+120	+190	+13	+18	+28
a 80	+60	+30	+30	+30	+30	+10	+10	0	0	0	-6	-12	-18
> 80	+212	+58	+71	+90	+123	+34	+47	+87	+140	+220	+16	+22	+34
a120	+72	+36	+36	+36	+36	+12	+12	0	0	0	-6	-13	-20
>120	+245	+68	+83	+106	+143	+39	+54	+100	+160	+250	+18	+26	+41
a180	+85	+43	+43	+43	+43	+14	+14	0	0	0	-7	-14	-22
>180	+285	+79	+96	+122	+165	+44	+61	+115	+185	+290	+22	+30	+47
a250	+100	+50	+50	+50	+50	+15	+15	0	0	0	-7	-16	-25
>250	+320	+88	+108	+137	+186	+49	+69	+130	+210	+320	+25	+36	+55
a315	+110	+56	+56	+56	+56	+17	+17	0	0	0	-7	-16	-26
>315	+355	+98	+119	+151	+202	+54	+75	+140	+230	+360	+29	+39	+60
a400	+125	+62	+62	+62	+62	+18	+18	0	0	0	-7	-18	-29
>400	+385	+108	+131	+165	+223	+60	+83	+155	+250	+400	+33	+43	+66
a500	+135	+68	+68	+68	+68	+20	+20	0	0	0	-7	-20	-31

mm	Js6	Js7	Js8	Js9	K6	K7	K8	M6	M7	M8	N6	N7	N8
da 1	+3	+5	+7	+12	0	0	0	-2	-2	-4	-4	-4	-4
a 3	-3	-5	-7	-12	-6	-10	-14	-8	-12	-18	-10	-14	-18
> 3	+4	+6	+9	+15	+2	+3	+5	+1	0	+2	-5	-4	-2
a 6	-4	-6	-9	-15	-6	-9	-13	-9	-12	-16	-13	-16	-20
> 6	+4,5	+7	+11	+18	+2	+5	+6	-3	0	+1	-7	-4	-3
a 10	-4,5	-7	-11	-18	-7	-10	-16	-12	-15	-21	-16	-19	-25
> 10	+5,5	+9	+13	+21	+2	+6	+8	-4	0	+2	-9	-5	-3
a 18	-5,5	-9	-13	-21	-9	-12	-19	-15	-18	-25	-20	-23	-30
> 18	+6,5	+10	+16	+26	+2	+6	+10	-4	0	+4	-11	-7	-3
a 30	-6,5	-10	-16	-26	-11	-15	-23	-17	-21	-29	-24	-28	-36
> 30	+8	+12	+19	+31	+3	+7	+12	-4	0	+5	-12	-8	-3
a 50	-8	-12	-19	-31	-13	-18	-27	-20	-25	-34	-28	-33	-42
> 50	+9,5	+15	+23	+37	+4	+9	+14	-5	0	+5	-14	-9	-4
a 80	-9,5	-15	-23	-37	-15	-21	-32	-24	-30	-41	-33	-39	-50
> 80	+11	+17	+27	+43	+4	+10	+16	-6	0	+6	-16	-10	-4
a120	-11	-17	-27	-43	-18	-25	-38	-28	-35	-48	-38	-45	-58
>120	+12,5	+20	+31	+50	+4	+12	+20	-8	0	+8	-20	-12	-4
a180	-12,5	-20	-31	-50	-21	-28	-43	-33	-40	-55	-45	-52	-67
>180	+14,5	+23	+36	+57	+5	+13	+22	-8	0	+9	-22	-14	-5
a250	-14,5	-23	-36	-57	-24	-33	-50	-37	-46	-63	-51	-60	-77
>250	+16	+26	+40	+65	+5	+16	+25	-9	0	+9	-25	-14	-5
a315	-16	-26	-40	-65	-27	-36	-56	-41	-52	-72	-57	-66	-86
>315	+18	+28	+44	+70	+7	+17	+28	-10	0	+11	-26	-16	-5
a400	-18	-28	-44	-70	-29	-40	-61	-46	-57	-78	-62	-73	-94
>400	+20	+31	+46	+77	+8	+18	+29	-10	0	+11	-27	-17	-6
a500	-20	-31	-46	-77	-32	-45	-68	-50	-63	-86	-67	-80	-103

Scostamenti per fori (μm)

mm	P6	P7	mm	R6	R7	R8	S6	S7	T6(°	T7(°	Z8	ZB9	ZC9
da 1	-6	-6	da 1	-10	-10	-10	-14	-14	-18	-18	-26	-40	-60
a 3	-12	-16	a 3	-16	-20	-24	-20	-24	-24	-28	-40	-65	-85
> 3	-9	-8	> 3	-12	-11	-15	-16	-15	-20	-19	-35	-50	-80
a 6	-17	-20	a 6	-20	-23	-33	-24	-27	-28	-31	-53	-80	-110
> 6	-12	-9	> 6	-16	-13	-19	-20	-17	-25	-22	-42	-67	-97
a 10	-21	-24	a 10	-25	-28	-41	-29	-32	-34	-37	-64	-103	-133
> 10	-15	-11	> 10								-50	-90	-130
a 18	-26	-29	a 14	-20	-16	-23	-25	-21	-30	-26	-77	-133	-173
> 18	-18	-14	> 14	-31	-34	-50	-36	-39	-41	-44	-60	-108	-150
a 30	-31	-35	a 18								-87	-151	-193
> 30	-21	-17	> 18						-37	-33	-73	-136	-188
a 50	-37	-42	a 24	-24	-20	-28	-31	-27	-50	-54	-106	-188	-240
> 50	-26	-21	> 24	-37	-41	-61	-44	-48	-37	-33	-88	-160	-218
a 80	-45	-51	a 30						-50	-54	-121	-212	-270
> 80	-30	-24	> 30						-43	-39	-112	-200	-274
a120	-52	-59	a 40	-29	-25	-34	-38	-34	-59	-64	-151	-262	-336
>120	-36	-28	> 40	-45	-50	-73	-54	-59	-49	-45	-136	-242	-325
a180	-61	-68	a 50						-65	-70	-175	-304	-387
>180	-41	-33	> 50	-35	-30	-41	-47	-42	-60	-55	-172	-300	-405
a250	-70	-79	a 65	-54	-60	-87	-66	-72	-79	-85	-218	-374	-479
>250	-47	-36	> 65	-37	-32	-43	-53	-48	-69	-64	-210	-360	-
a315	-79	-88	a 80	-56	-62	-89	-72	-78	-88	-94	-256	-434	
>315	-51	-41	> 80	-44	-38	-51	-64	-58	-84	-78	-258	-445	-
a400	-87	-98	a100	-66	-73	-105	-86	-93	-106	-113	-312	-532	
>400	-55	-45	>100	-47	-41	-54	-72	-66	-97	-91	-310	-	-
a500	-95	-108	a120	-69	-76	-108	-94	-101	-119	-126	-364		

mm	P8	-
da 1	-6	-
a 3	-20	
> 3	-12	-
a 6	-30	
> 6	-15	-
a 10	-37	
> 10	-18	-
a 18	-45	
> 18	-22	-
a 30	-55	
> 30	-26	-
a 50	-65	
> 50	-32	-
a 80	-78	
> 80	-37	-
a120	-91	
>120	-43	-
a180	-106	
>180	-50	-
a250	-122	
>250	-56	-
a315	-137	
>315	-62	-
a400	-151	
>400	-68	-
a500	-165	

>120	-56	-48	-63	-85	-77	-115	-107	-365	-	-
a140	-81	-88	-126	-110	-117	-140	-147	-428		
>140	-58	-50	-65	-93	-85	-127	-119	-415	-	-
a160	-83	-90	-128	-118	-125	-152	-159	-478		
>160	-61	-53	-68	-101	-93	-139	-131	-465	-	-
a180	-86	-93	-131	-126	-133	-164	-171	-528		
>180	-68	-60	-77	-113	-105	-157	-149	-520	-	-
a200	-97	-106	-149	-142	-151	-186	-195	-592		
>200	-71	-63	-80	-121	-113	-171	-163	-575	-	-
a225	-100	-109	-152	-150	-159	-200	-209	-647		
>225	-75	-67	-84	-131	-123	-187	-179	-640	-	-
a250	-104	-113	-156	-160	-169	-216	-225	-712		
>250	-85	-74	-94	-149	-138	-209	-198	-710	-	-
a280	-117	-126	-175	-181	-190	-241	-250	-791		
>280	-89	-78	-98	-161	-150	-231	-220	-790	-	-
a315	-121	-130	-179	-193	-202	-263	-272	-871		
>315	-97	-87	-108	-179	-169	-257	-247	-900	-	-
a355	-133	-144	-197	-215	-226	-293	-304	-989		
>355	-103	-93	-114	-197	-187	-283	-273	-1000	-	-
a400	-139	-150	-203	-233	-244	-319	-330	-1089		
>400	-113	-103	-126	-219	-209	-317	-307	-1100	-	-
a450	-153	-166	-223	-259	-272	-357	-370	-1197		
>450	-119	-109	-132	-239	-229	-347	-337	-1250	-	-
a500	-159	-172	-229	-279	-292	-387	-400	-1347		

(°) T6, T7 (mm 1 a 24) non previsti, scelti rispettivamente U6 e U7.

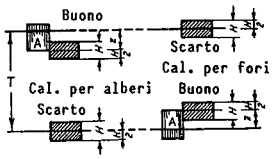
Valori delle tolleranze per bulloneria

(tolleranze fondamentali e zone di tolleranza)

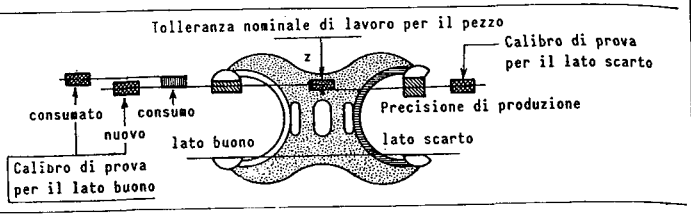
	Dimensioni nominali												
	fino a 3	3 a 6	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315	315 a 400	400 a 500
	Valori delle tolleranze (in mm)												
IT 8	0,014	0,018	0,022	0,027	0,033	0,039	0,046	0,054	0,063	-	-	-	-
IT 12	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	-	-	-	-
IT 13	0,14	0,18	0,22	0,27	0,33	0,39	0,46	0,54	0,63	-	-	-	-
IT 14	0,25	0,30	0,36	0,43	0,52	0,62	0,74	0,87	1,00	-	-	-	-
IT 15	0,40	0,48	0,58	0,70	0,84	1,00	1,20	1,40	1,60	-	-	-	-
IT 16	0,60	0,75	0,90	1,10	1,30	1,60	1,90	2,20	2,50	-	-	-	-
C 12 +	0,16	0,19	0,23	0,275	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-
C 12 -	0,06	0,07	0,08	0,095	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
C 13 +	0,20	0,25	0,30	0,365	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
C 13 -	0,06	0,07	0,08	0,095	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
C 14 +	0,31	0,37	0,44	0,525	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-
C 14 -	0,06	0,07	0,08	0,095	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
h 11 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 11 -	0,06	0,075	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40
h 12 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 12 -	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	0,46	0,52	0,57	0,63
h 13 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 13 -	0,14	0,18	0,22	0,27	0,33	0,39	0,46	0,54	0,63	0,72	0,81	0,89	0,97
h 14 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 14 -	0,25	0,30	0,36	0,43	0,52	0,62	0,74	0,87	1,00	1,15	1,30	1,40	1,55
h 15 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 15 -	0,40	0,48	0,58	0,70	0,84	1,00	1,20	1,40	1,60	1,85	2,10	2,30	2,50
h 16 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 16 -	0,60	0,65	0,90	1,10	1,30	1,60	1,90	2,20	2,50	2,90	3,20	3,60	4,00
h 17 +	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h 17 -	-	-	1,50	1,80	2,10	2,50	3,00	3,50	4,00	4,60	5,20	5,70	6,30
js 13 ±	0,07	0,09	0,11	0,135	0,165	0,195	0,23	0,27	0,315	0,360	0,405	0,445	0,485
js 14 ±	0,125	0,15	0,18	0,215	0,26	0,31	0,37	0,435	0,50	-	-	-	-
js 15 ±	0,20	0,24	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,80	0,925	1,05	1,15	1,25
js 16 ±	0,30	0,375	0,45	0,55	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	-	-	-	-
js 17 ±	-	-	0,75	0,90	1,05	1,25	1,50	1,75	2,00	2,30	2,60	2,85	3,15
D 10 +	0,06	0,078	0,098	0,12	0,149	0,18	0,22	0,26	0,305	-	-	-	-
D 10 -	0,02	0,03	0,04	0,05	0,065	0,08	0,10	0,12	0,145	-	-	-	-
D 12 +	0,12	0,13	0,19	0,23	0,275	0,33	0,40	0,47	0,545	-	-	-	-
D 12 -	0,02	0,03	0,04	0,05	0,065	0,08	0,10	0,12	0,145	-	-	-	-
H 12 +	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	0,46	0,52	0,57	0,63
H 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 13 +	0,14	0,18	0,22	0,27	0,33	0,39	0,46	0,54	0,63	0,72	0,81	0,89	0,97
H 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 14 +	0,25	0,30	0,36	0,43	0,52	0,62	0,74	0,87	1,00	1,15	1,30	1,40	1,55
H 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 15 +	0,40	0,48	0,58	0,70	0,84	1,00	1,20	1,40	1,60	1,85	2,10	2,30	2,50
H 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 16 +	0,60	0,75	0,90	1,10	1,30	1,60	1,90	2,20	2,50	2,90	3,20	3,60	4,00
H 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 17 +	1,00	1,20	1,50	1,80	2,10	2,50	3,00	3,50	4,00	4,60	5,20	5,70	6,30
H 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

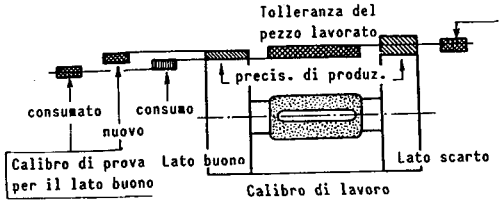
Simboli e valori conformi alla norma UNI-ISO 286/2.

Calibri di prova e di lavoro



Valore delle tolleranze dei calibri e loro posizione rispetto alle tolleranze del pezzo lavorato.
Posizione della tolleranza di produzione (H) e del consumo (A) dei calibri di lavoro rispetto alla toll. nominale del pezzo lavorato (T).





Posizione della tolleranz. di produzione dei calibri di prova rispetto alla toll. di produzione e consumo dei calibri di lavoro

Tolleranze di produzione H e consumo A dei calibri di lavoro in μ

Qualità del pezzo (alberi e fori)		mm 1a3	>3 a 6	>6 a 10	>10 a 18	Ø >18 a 30	>30 a 50	>50 a 80	>80 a120	>120 a180	N° qualit. calibro
Alberi qualità 5	H	2	2	2	2	2	3	3	4	5	2
	A	2	2	2	3	3,5	4	4	5,5	6	
	z	1	1	1	1,5	1,5	2	2	2,5	3	
Fori qualità 6	H	2	2	2	2	2	3	3	4	5	2
	A	2	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	6	7	
	z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	
Alberi qualità 6	H	3	3	3	3	4	4	5	6	5	3
	A	3	3,5	3,5	4,5	6	6,5	7	9	10	
	z	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	
Alberi e fori qualità 7	H	3	3	3	3	4	4	5	6	8	3
	A	3	3,5	3,5	4,5	6	6,5	7	8	10	
	z	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	
Alberi e fori qualità 8	H	4	4	4	5	6	7	8	10	12	4
	A	5	6	6	8	9	11	12	14	15	
	z	2	3	3	4	5	6	7	8	9	
Alberi e fori qualità 9-10	H	5	5	6	8	9	11	13	15	18	5
	A	8	9	10	12	13	16	18	21	24	
	z	5	6	7	8	9	11	13	15	18	
Alberi e fori qualità 11-12	H	7	8	9	11	13	16	19	22	25	6
	A	10	12	14	16	19	22	25	28	32	
	z	10	12	14	16	19	22	25	28	32	

Tolleranze generali

Introduzione

Dimensioni e forme geometriche caratterizzano ogni elemento di un prodotto. Gli scostamenti dimensionali e quelli geometrici (forma, orientamento e posizione) devono essere limitati per non compromettere la funzionalità del prodotto. L'indicazione delle tolleranze sul disegno deve essere completa affinché tutte le caratteristiche siano completamente definite. L'applicazione delle tolleranze generali dimensionali e geometriche assicurano l'osservanza di queste condizioni. La presente norma ha lo scopo di semplificare le indicazioni che devono figurare sui disegni e stabilisce le tolleranze generali applicabili agli elementi del disegno privi di indicazione di tolleranze specifiche.
Nella scelta di una determinata classe di tolleranza si deve tener conto dell'abituale grado di precisione delle lavorazione di officina.
Se per qualche elemento sono richieste delle tolleranze più ristrette o più ampie e, quindi, più economiche, esse devono essere indicate direttamente sul disegno, subito dopo la relativa dimensione (lineari e angolari) o come indica la UNI 7226 (geometr.)
Salvo indicazione contraria, i pezzi non conformi alle tolleranze generali prescritte, non devono essere automaticamente rifiutati, quando la funzionalità del pezzo non risulta compromessa.

Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari, esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli.

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per dimensioni lineari *							
Desig.	Denominazione	0,5° ÷ 3	>3÷ 6	>6÷ 30	>30÷ 120	>120 ÷400	>400÷ 1000	>1000 ÷2000	>2000 ÷4000
f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	±0,2	± 0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grossolana	± 0,2	÷ 0,3	±0,5	± 0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	molto grossolana	-	± 0,5	±1	± 1,5	±2,5	±4	±6	±8

* Esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli.
° Per dimens. < di 0,5 mm, lo scostamento si indica dopo la dimens.

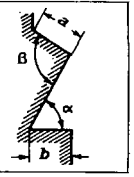
Scostam. ammessi per dim. lineari altezze di smusso e raccordi est.

Classe di toller.		Scost. limite		
Desig.	Denominaz.	0,5° ÷ 3	>3÷ 6	>6
f	fine	±0,2	±0,5	±1
m	media			
c	grossolana	±0,4	± 1	±2
v	molto gross.			

Tolleranze generali per le dimensioni lineari ed angolari prive di indicazioni di tolleranze specifiche.
Esse sono raggruppate in quattro classi di tolleranza che, in precedenza, erano chiamate "gradi di precisione".
La presente norma riguarda pezzi

Scostamenti limite ammessi per dimensioni angolari

Classe di toller.		Scost. limite campo lunghezze del lato più corto (**) dell'angolo.				
Desig.	Denominaz	≤ 10	>10÷50	>50÷ 120	>120 ÷400	>400
f	fine	± 1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	media					
c	grossolana	±1°30'	± 1°	±0°30'	±0°15'	±0°10'
v	molto gross.	± 3°	± 2°	± 1°	±0°30'	±0°20'



** Per es. nella figura, il lato più corto va considerato la dimensione "a" per l'angolo β, la dimensione "b" per l'angolo α.

segue

segue: Tolleranze generali

lavorati con asportazione di materiale o in lamiera metallica e si riferisce alle seguenti dimensioni: lineari (p.e. esterne, interne, modulari, diametri, raggi di curvatura, distanze, raccordi, altezze di smussi), dimensioni angolari, lineari ed angolari ottenute per lavorazione di pezzi assemblati. Non si applica alle dimensioni lineari ed angolari dove le tolleranze sono definite da altre norme, alle dimensioni ausiliarie (indicate fra parentesi), alle dimensioni teoricamente esatte (indicate in un riquadro rettang.). Quando non é indicata alcuna tolleranza specifica per una dimensione, compresa tra una superficie finita (lavorata) e una superficie grezza (getto, fucinato, stampato) si applica la più ampia delle due tolleranze in questione (p. es. UNI-ISO 8062 per getti). Es. des. per classe di toller. m:

UNI-ISO 2768 - m

Tolleranze generali geometriche

Applicabili agli elementi del disegno privi di toll. specifiche. Esse sono raggruppate in tre classi di tolleranza e si applicano ai pezzi lavorati con asportazione di materiale. Se realizzati con altri processi, ciò richiede un controllo per verificare se il livello di precisione abituale di lavorazione, rientra nelle tolleranze geometriche generali.
Si applicano agli elementi privi di indicazioni di toll. geometriche specifiche. Sono esclusi: cilindricità, forma di una linea, o di una superficie qualunque, inclinazione, coassialità, localizzazione e oscillazione totale.
In ogni caso, possono essere prescritte, quando sono adottati e specificati sul disegno i principi fondamentali per l'attribuzione delle toll. secondo la norma UNI-ISO 8015.

Tolleranze per elementi isolati

Rettilineità e planarità
Per la rettilineità é riferita alla lunghezza della linea corrispondente, per la planarità, alla dimensione laterale più grande della superficie o del diametro.

Toll. gen. di rettilineità e di planarità

Classe di tolleranze	Campi di lunghezze nominali					
	≤ 10	> 10 ÷ 30	> 30 ÷100	>100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Circolarità
La toll. generale é uguale, in valore numerico, alla toll. sul diametro ma, in nessun caso, maggiore del corrispondente valore della toll. di oscillazione circolare radiale. (vedi prospetto 4).
Cilindricità
Le toll. generali di cilindricità non sono stabilite. Lo scostamento di cilindricità comprende tre scostamenti: circolarità, rettilineità e parallelismo delle generatrici opposte. Ciascuno di questi scostam. é limitato da proprie toll. specifiche o da una tolleranza generale. L'effetto delle 3 toll. suddette é, per ragioni geometriche, minore della loro somma essendovi anche una determinata limitazione per la toll. dimens.
Tolleranze per elementi associati
Le toll. seguenti di parallelismo e perpendicolarità si applicano a tutti gli elementi che sono in relazione l'uno con l'altro e che non hanno indicazioni specifiche.
Parallelismo
La toll. generale é uguale, in valore numerico, alla toll. dimensionale o alla toll. di planarità/rettilineità, assumendo il valore più grande. Si prende come Riferimento il maggiore dei due elementi tra loro paralleli o uno qualsiasi, se uguali.
Perpendicolarità
Si prende come riferimento il maggiore dei due lati formanti l'angolo retto o uno qualsiasi, se sono uguali.

segue

segue: Tolleranze generali

segue: Perpendicolarità (prosp.2)

Classe di toller.	Campi lungh. lato minore. fino a 100	>100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Simmetria
Si prende come riferimento l'elemento maggiore o uno qualsiasi, se uguali. Si applicano: quando almeno uno dei due elementi ha un piano mediano, oppure quando gli assi dei due elementi sono perpendicolari tra di loro. (prosp.3)

Classe di toller.	Campi di lunghezze fino a 100	>100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Coassialità
Le toll. generali non sono stabilite, lo scostamento, in casi estremi, può essere grande quanto il valore della toll. di oscillazione circolare radiale (prosp.4)
Oscillazione circolare
(radiale, assiale e superfici qualunque di rivoluzione).(prosp.4)

Classe toll.	Tolleranze di oscillazione circolare
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Le superfici portanti devono essere prese come riferimento solo se designate come tali. Negli altri casi, l'elemento più lungo o uno qualsiasi, se uguali.

Indicazioni sul disegno
Se le toll. generali, devono essere applicate unitamente con le toll. generali lineari e angolari si indicano (nel riquadro iscrizioni o nei pressi di esso) come nell'esempio seguente:

UNI-ISO 2768 - mK

In questo caso le tolleranze per le dimensioni angolari, non si applicano agli angoli retti (90°) che sono sottointesi e non quotati, perché rientrano nelle toll. generali di perpendicolarità.
Se le tolleranze dimensionali, (classe di tolleranza m) non devono essere applicate, la corrispondente lettera non deve apparire nella designazione sul disegno.

UNI-ISO 2768 - K

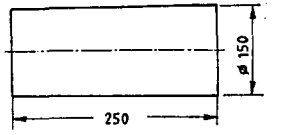
Nel caso in cui l'esigenza di inviluppo (E) si applica anche a tutti gli elementi singoli (in questo caso un elemento singolo é definito da una superficie cilindrica o da due superfici piane parallele) la designazione corrispondente si aggiunge alla designazione generale, per esempio:

UNI-ISO 2768 - mK - E

l'esigenza di inviluppo (E) non può essere applicata agli elementi aventi delle tolleranze di rettilineità maggiore delle corrispondenti tolleranze dimensionali, per esempio, semilavorati.

Informazioni supplementari

Tolleranze geometriche generali.
Secondo il principio di indipendenza (vedi UNI-ISO 8015), le tolleranze geometriche generali si applicano indipendentemente dalle dimensioni reali degli elementi del prodotto finito.
Di conseguenza le tolleranze geometriche generali possono essere utilizzate anche quando le dimensioni reali degli elementi sono nelle condizioni di massimo materiale (vedi figure "a" e "b").

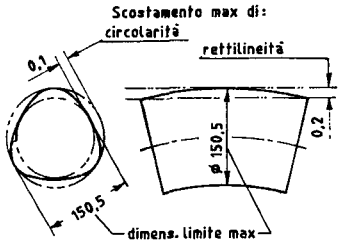


Tolleranze secondo UNI-ISO 8015
Toller. generali UNI-ISO 2768-mK

a) Indicazioni sul disegno

segue

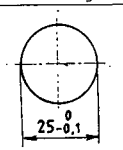
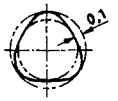
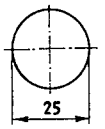
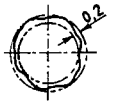
segue: Tolleranze generali



b) Interpretazione.

Principio di indipendenza, scostamenti massimi ammessi sullo stesso elemento.

Circolarità

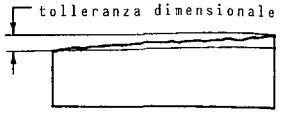
Es.	indicazioni sul disegno	zona di toll. circolare
1	 Toll. generali UNI-ISO 2768-K	
2	 Toll. generali UNI-ISO 2768-mK	

Esempi di tolleranze generali di circolarità

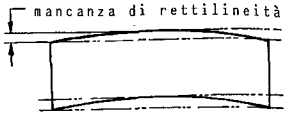
Esempio 1 - Lo scostamento é indicato direttamente sul disegno. La tolleranza generale é uguale, in valore numerico alla tolleranza sul diametro.

Esempio 2 - Si applica la tolleranza generale UNI-ISO 2768 - mK. Per il diametro 25 mm, lo scostamento ammesso é + 0,2 mm. Questo scostamento da un valore di 0,4mm (minore di 0,2 del prosp. 4) Tuttavia, per la tolleranza di circolarità si applica il valore 0,2.

Parallelismo

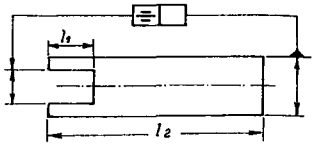


Scostam. di parallelismo = al valore numerico della toll. dimens.

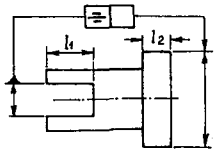


Scostam. di parallelismo = al valore num. della toll. di rettil.

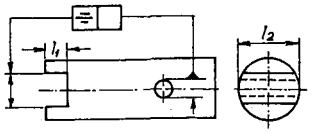
Simmetria - Esempi



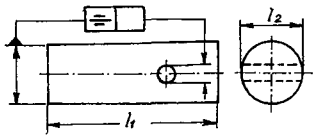
a) Riferim. elemento magg. (l_1)



b) Riferim. elemento magg. (l_2)



c) Riferim. elemento magg. (l_1)



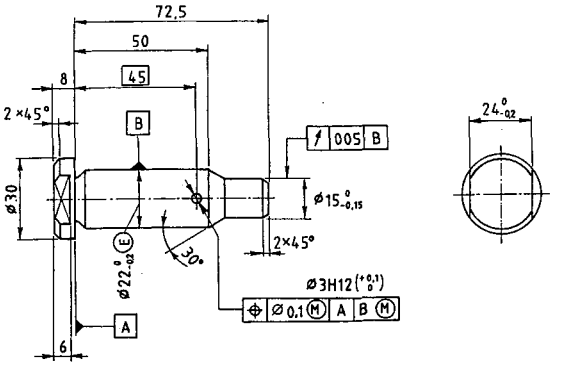
d) Riferim. elemento magg. (l_2)

segue

segue: Tolleranze generali

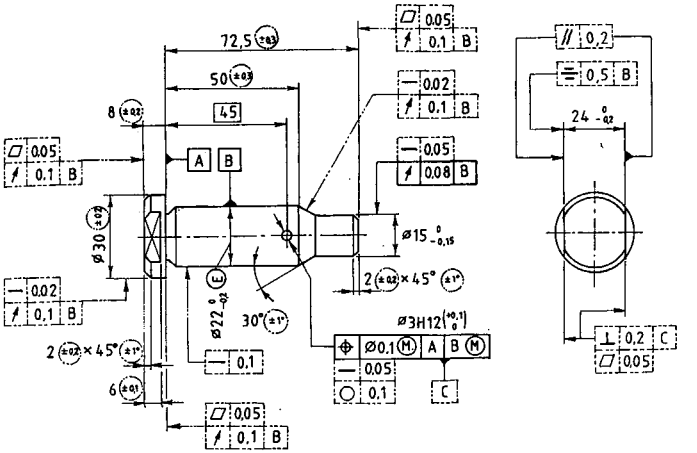
Esempio di un disegno

Indicazioni sul disegno



Tolleranze secondo UNI-ISO 8015
Tolleranze generali UNI-ISO 2768-mK

Interpretazione



I riquadri e i cerchi in linea fine mista contengono le tolleranze generali. Una officina con livello di precisione migliore o uguale alle classi mK dovrebbe automaticamente rispettarli, evitandone il controllo. Non sono riportate le tolleranze generali che limitano gli scostamenti di altre caratteristiche.

Tolleranze geometriche

(Rif. UNI 7226 - ISO 1101)
Questa norma fissa i simboli le indicazioni e le definizioni geometriche delle tolleranze di forma, orientamento, posizione e oscillazione da apporre sui disegni tecnici. Esse si prescrivono solo quando siano indispensabili ai fini del funzionamento e della intercambiabilità dei pezzi. La loro indicazione non implica necessariamente particolari processi di lavorazione, di misura o di verifica. La tolleranza geometrica applicata ad un elemento (punto, linea, superficie o piano di simmetria) definisce la zona di tolleranza all'interno della quale deve essere contenuto l'elemento considerato (figg. 1 e 2).
La zona di tolleranza, secondo la caratteristica alla quale viene applicata ed al modo in cui essa viene quotata, può essere una delle seguenti:

a) l'area all'interno di un cerchio.
b) l'area tra due cerchi concentrici.
c) l'area tra due linee equidist.o due rette parallele.
d) lo spazio all'interno di una sfera
e) lo spazio all'interno di un cilin.
f) lo spazio tra due cilindri. coassiali.
g) lo spazio tra due superficie equidistanti.
h) lo spazio interno di un parallelepipedo.

Gli spazi c, e, f, g, h, possono essere associati (paralleli, perpendicolari o inclinati) ad un riferimento costituito da una retta o da una superficie. La forma e l'orientamento dell'elemento, oggetto di tolleranza possono essere qualsiasi all'interno della zona di tolleranza prescritta; salvo indicazione contraria. (Fig. 8)
La tolleranza si applica a tutta la lunghezza o superficie dell'elemento considerato, salvo prescrizioni contrarie (fig. 37-38-43)
L'elemento di riferimento (esistente nel pezzo) viene utilizzato per fissare la posizione di un altro elemento, (vedi Sistemi di riferimento) Le tolleranze geometriche prescritte su elementi, in rapporto ad un elemento di riferimento non limitano gli scostamenti di forma dello stesso. La forma di un elemento di riferimento deve essere sufficientemente precisa per essere utilizzato come tale. Può essere quindi necessario prescrivere per esso una tolleranza di forma
La rettilineità o la planarità di un elemento singolo, prescritto di tolleranza, é considerata corretta quando la distanza di ciascuno dei suoi punti, da una superficie di forma geometrica ideale, in contatto con essa, é uguale o minore della tolleranza data
L'orientamento della linea o della superficie ideale deve essere scelto in modo tale che la massima distanza tra esso e il riferimento sia la minima possibile.
Esempio:

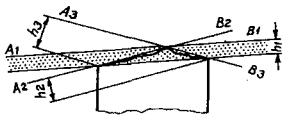


Fig. 1 -
Orientamento possibile della linea o superf: A_1-B_1 A_2-B_2 A_3-B_3
Distanze corrispondenti. h_1 h_2 h_3
Nel caso di fig. 1 h_1 h_2 h_3
Il corretto orientamento della linea o superficie ideale é $A_1 - B_1$
h_1 sarà = o < della tolleranza.
Per la definizione della circolarità e cilindricità, la posizione dei due cerchi concentrici o dei due cilindri coassiali deve essere scelta con la minima distanza radiale (vedi fig. 2).

segue

segue: Tolleranze geometriche

Tab. 1 - Segni grafici per caratteristiche oggetto di tolleranza

Elementi e toll.		Caratter. oggetto di tolleranza	Segno graf.
elementi singoli	di forma	Rettilineità	—
		Planarità	▱
		Circolarità	○
		Cilindricità	⌭
singoli o assoc.		Forma di una linea qualunque	⌒
		Forma di una superficie qualunque	⌓
elementi associati	orientamento	Parallelismo	//
		Perpendicolarità	⊥
		Inclinazione	∠
	posizione	Localizzazione	⌖
		Concentricità o coassialità	◎
		Simmetria	⌯
	oscillazione	Oscillaz. circol.	↗
		Oscillaz. totale	⌰

Tab. 2 - Segni grafici complemen.

Designazione		Segno graf.
indicazione di elemento con tolleranza	diretta	↓
	mediante lettera	A
indicazione dell'elemento di riferimento	diretta	
	mediante lettera	A A
Riferimento parziale		ϕ2 A1
Dimens. teor. esatta		20
Zona di toll. proiet.		Ⓟ
Condiz. di max mater.		Ⓜ

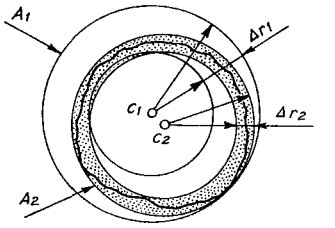


Fig. 2 - La minima distanza radiale risulta Δr_2 data da Δ_2 con centro in C . Δr_2 sarà quindi minore o uguale alla toll. prescritta.
- Riquadro delle tolleranze -

—	0.1	//	0.2	A	⌖	ϕ0.1	A	B	C

Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5
Contengono nell'ordine: (Fg. 3,4,5)
- Il segno grafico caratteristico di tolleranza.
- Il valore della toll. preceduto dal segno ϕ se la zona di toll. é circolare o cilindrica.
- Se necessario la o le lettere che individuano il o gli elementi di riferimento.

6 fori 6 X

⌖	ϕ0.1	⌖	ϕ0.1	⏢	0.2

non convesso

Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8
Sopra il riquadro, annotazioni relative alla toll. (Fig. 6 e 7) vicino al riquadro, la forma dell'elemento interno della toll. (Fig. 8)

○	0.01		
//	0.03	B	

Riquadri sovrapposti, più di una toll. su uno stesso elemento (Fig. 9)
Fig. 9
- Elementi con indic. di toller.-

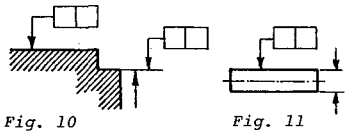


Fig. 10 Fig. 11
Il riquadro é unito all'elemento oggetto di tolleranza:
- sul contorno dell'elemento o su una linea di prolung. del contorno (ma separata da quella di misura) quando la toll. si applica ad

segue

segue: Tolleranze geometriche

una linea o ad una superficie (Figure 10 e 11).

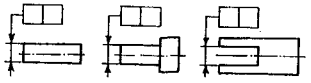


Fig. 12 Fig. 13 Fig. 14

- sul prolungamento della linea di misura, quando la toll. si applica all'asse (Fig. 12 e 13) o al piano mediano della parte quotata (Fig. 14).

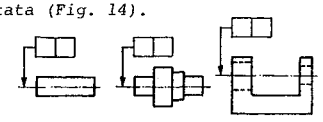


Fig. 15 Fig. 16 Fig. 17

- sull'asse quando la toll. si applica all'asse o al piano mediano di tutti gli elementi che hanno in comune quell'asse o piano mediano (Fig. 15-17). Nota - L'applicazione di una toll. al contorno di un cilindro o al suo asse oppure all'elemento simmetrico o al suo piano di simmetria, dipende dalle esigenze funzionali.

- Zone di tolleranza -

L'ampiezza delle zone di toll. é nella direzione indicata dalla freccia della linea di richiamo che unisce il riquadro all'elemento affetto da toll. (Fig. 18) salvo il caso in cui il valore della toll. é preceduto dal segno Ø (Figura 19).

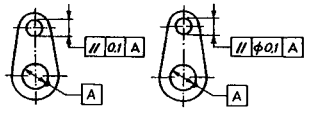


Fig. 18 Fig. 19

In generale la direz. della zona di toll.é perpend. alla geometria specif. dell'elemento affetto da toll. (Fig.20). Per direz. diversa, occorre indicarla (Fig. 21)

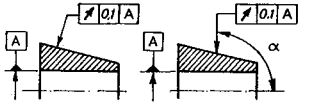


Fig. 20 Fig. 21

Zone di toll. singole aventi lo stesso valore, applicate a più elementi separati, possono essere come nelle figg. 22 e 23 e apponendo sul disegno la parola "zona comune"

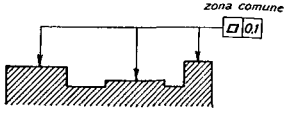


Fig. 22

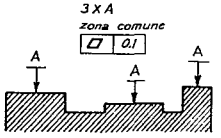


Fig. 23

- Elementi di riferimento -

Si identificano con una lettera maiuscola applicata come nelle figure 24 e 25. La stessa lettera é riportata nel riquadro.

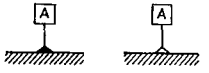


Fig. 24 Fig. 25

Tale segno grafico é situato:

- sulla linea di contorno dell'elemento o sul suo prolungamento (ma separato dalla linea di misura) quando l'elemento é la linea o la superficie stessa (Fig. 26).

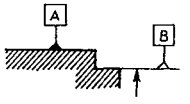


Fig. 26

- sul prolungamento della linea di misura quando l'elemento di riferimento é l'asse o il piano di simmetria (Fig. 27, 28 e 29).

- sull'asse o sul piano mediano quando l'elemento di riferim. é:

a) l'asse o il piano mediano di un elemento singolo (esempio un cilindro).

b) L'asse o il piano comune a due elementi (Fig. 30).

segue

segue: Tolleranze geometriche

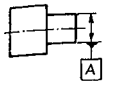


Fig. 27

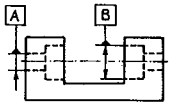


Fig. 28

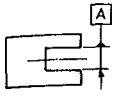


Fig. 29

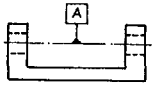


Fig. 30

Per esigenze di spazio, il triangolino può sostituire una delle frecce della linea di misura(Fig. 28 e 29). Se il riquadro può essere unito direttamente al riferimento, la lettera di richiamo può essere omessa (Fig. 31 e 32).

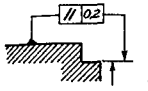


Fig. 31

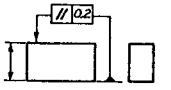


Fig. 32

Un elemento di rifer. può essere:

- singolo (Fig. 33).
- formato da due elementi(Fig.34)
- di due o più elementi disposti in ordine di priorità (Fig. 35)
- di più elementi, il cui ordine non abbia importanza (Fig. 36)

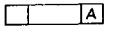


Fig. 33

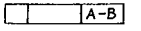


Fig. 34

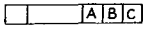


Fig. 35

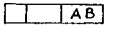


Fig. 36

- Prescrizioni restrittive -

Se la toll. é applicata per una lunghezza limitata, non definita come posizione, questa lunghezza si aggiunge al valore come mostrato in fig. 37. Si usa la stessa indicazione nel caso di una superficie, ma in questo caso, la lunghezza specificata si applica in qualsiasi posizione e direzione.

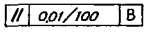


Fig. 37

Se oltre alla toll. su tutto l'elemento si deve prescriverne una dello stesso tipo, ma più restrittiva, su una lunghezza limitata, quest'ultima si scrive sotto la prima (Fig. 38).

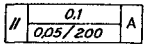


Fig. 38

Se la toll. deve essere applicata solo su una parte definita del pezzo, questa deve essere quotata come in fig. 39.

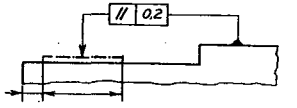


Fig. 39

Analogo procedimento per un riferimento (Fig. 40).

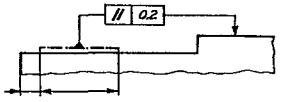


Fig. 40

- Dimensioni teoricamente esatte-

Se sono prescritte toll. di localizzazione di forma qualunque o di inclinazione per un elemento, le quote che determinano la posizione, il profilo o l'inclinazione, si considerano teoricamente esatte e non hanno tolleranza, sono indicate in un riquadro, per esempio 30 . Le dimensioni effettive corrispondenti sono limitate solo dalle toll. geometriche prescritte nel riquadro (Fig.41 e 42)

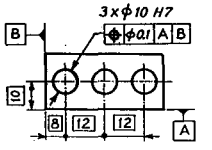


Fig. 41

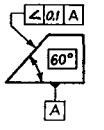


Fig. 42

- Zona di tolleranza proiettata -

In alcuni casi, le tolleranze di orientamento e di posizione, sono prescritte sulla loro

segue

segue: Tolleranze geometriche

proiezione esterna come in fig.43

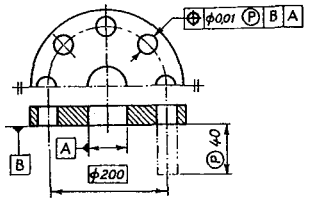


Fig. 43

- Condizione di mass. materiale - La prescrizione che il valore della tolleranza é riferito alla condizione di massimo materiale si indica col simbolo Ⓜ posto dopo :
- il valore della toller. (Fig.44)
- la lettera di riferim. (Fig.45)
- l'uno e l'altra (Fig. 46)
secondo che esso si applichi rispettivamente all'elemento affetto da toller. a quello di riferimento o ad entrambi. (vedere il capit.: Principio del max mater.)

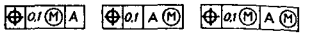


Fig. 44 Fig. 45 Fig. 46

- Definizioni delle tolleranze - Le diverse toll. geometriche sono definite con le loro zone di tolleranza nella tabella 3.
Tutte le figure considerano solo quegli errori relativi alle toll. oggetto della definizione.
La prescrizione di una tolleranza geometrica su una o più caratteristiche di un elemento, può in certi casi limitare in esso altri difetti, per esempio: La rettilineità é limitata dalla tolleranza di parallelismo. E' quindi raramente necessario simboleggiare tutte queste caratteristiche, essendo i relativi errori inclusi nella zona di toller. definita esplicitamente dal disegno. Al contrario certi altri tipi di toll. non limitano altri difetti, per esempio: la toll. di rettil. non limita gli errori di parallelismo

Tabella 3 - Definizioni particolareggiate delle tolleranze

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno	Interpretazione
—	Rettilineità	Due rette parallele (tolleranza prescritta in un solo piano).	— 0,1 fig.47	largh. zona di toll. 0,1 ogni linea della superficie
			— 0,1 48	Ogni parte della generatrice del cil. compr.tra due rette paral. distanti 0,1 mm in un piano contenente l'asse.
		Un parallelep. t1 x t2 (tolleranza su due piani).	— 0,1 — 0,2 49	L'asse della barra compreso in un parallelep. largo 0,1 mm nel piano vert. e 0,2 mm nel piano orizzontale.
		Un cilindro (toller. sul Ø)	— ϕ 0,07 50	L'asse del cilindro é compreso in una zona cilindrica avente Ø di 0,07 mm.
▱	Planarità	Due piani paralleli).	▱ 0,05 51	largh. zona di toll. 0,05

segue

segue: Tolleranze geometriche

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno Fig.	Interpretazione
○	Circolarità	Due cerchi concentrici.	○ 0,02 52	La circonf. di ciascuna sez. trasvers. retta é compresa tra due cerchi complanari e concentr. distanti 0,02 mm.
⌭	Cilindricità	Due cilindri coassiali.	⌭ 0,1 53	La superficie considerata é compresa fra due cilindri coassiali distanti 0,1 mm.
⌒	Forma di una linea	Due linee di inviluppo dei cerchi di Ø t.	⌒ 0,05 54	Ø 0,05 zona di toll. in ogni sezione profilo geom. corretto
⌓	Forma di una superficie	Due superf. di inviluppo della sfera di Ø t	⌓ 0,02 55	Ø 0,02 zona di toll. della superf. profilo geom. corretto
//	Parallelismo di una linea rispetto ad una retta di riferimento	Due rette parallele proiettate in un piano distanti t, parallele alla retta di riferimento. (toll. in un solo piano).	// 0,1 A // 0,1 A a) A b) A 56	L'asse con tolleranza é compreso tra due rette distanti 0,1 mm parallele all'asse di riferimento e poste: a) nel piano verticale b) nel piano orizzontale.
		Un parallelep. di sez. t1 x t2 parallelo alla retta di rifer. (toll.su 2 piani perpendic.).	// 0,2 A // 0,1 A A 57	L'asse con tolleranza é compreso in un parallelep. largo 0,2 mm nella direzione orizzontale e 0,1 in quella verticale parallelo all'asse di riferimento.
		Un cilindro di Ø t parall. alla retta di riferim. (toll. in Ø).	// ϕ0,03 A A 58	L'asse con tolleranza é compreso in una zona cilindrica con Ø 0,03 mm parallela all'asse di riferimento.
		Due piani parall. distanti t e paralleli alla superf. di riferimento.	// 0,01 A A 59	L'asse del foro é compreso tra due piani paralleli distanti 0,01 mm e parall. alla superficie di riferimento

segue

segue: Tolleranze geometriche

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno	Fig.	Interpretazione
//	Parallelismo sup.r.retta	Due piani paralleli distanti t e parall. alla retta di rifer.	// 0.1 C	60	La superficie con tolleranza é compresa tra due piani parall. dist. 0,1mm e paralleli all'asse C del foro.
	Parallelismo sup.ris.sup.	Due piani paralleli distanti t e parall. alla superf. di rif.	// 0.1 D	61	La superficie con tolleranza é compresa tra due piani parall. dist. 0,1mm e paralleli alla superf. di riferim.
⊥	Perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie: linea ris.ret.	(Proiett. su un piano) Due rette par. dist. t e perpend. alla retta di rifer.	⊥ 0.1 A	62	L'asse del foro obliq. é compreso tra due piani paralleli dist. 0,1mm e perpendicolari all'asse (retta di rif.) del foro orizzontale A.
	Perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie: sup.sup.	a) Proiett. su un piano) Due rette parallele distanti t. b) Un parallelepip. t1 x t2 c) Un cilindro di Ø t. Ognuno di essi perpendicol. al piano di riferimento.	a) ⊥ 0.1 b) ⊥ 0.2 ⊥ 0.1 c) ⊥ Ø 0.01 A	63	L'asse del cilindro deve essere compreso: a) Tra due piani parall. distanti 0,1 mm. b) In una zona parallelepip. avente sezione di 0,2x0,1mm. c) In una zona cilindr. avente Ø di 0,01mm. Ognuno di essi perpendicolare al proprio piano. di rif.
	Perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie: sup-retta	Due piani paralleli perpendic: a) alla retta di riferimento b) alla superf. di riferimento.	⊥ 0.08 A ⊥ 0.05 A	64	La superf. con toll. é compresa fra due piani parall. distanti: a) 0,08mm e perpen. all'asse A (retta di riferimento). b) 0,05mm e perpend. alla superficie di riferimento A.
∠	Inclinazione-sup.ris.sup. linea ris.sup.	(Proiett. su un piano) Due rette parall. inclin. risp. la superf. di rif.	∠ 0.1 A 60°	65	L'asse del foro é compr. tra due piani parall. dist. 0,1 mm ed inclinati di 60° rispetto alla sup. A di rifer.
	Inclinazione-sup.risp.retta	Due piani paralleli inclinati rispetto alla retta di rifer.	∠ 0.2 A 75°	66	La superf. inclinata é compresa tra due piani paralleli distanti 0,2 mm e inclinati di 75° rispetto all'asse A di riferimento.

segue

segue: Tolleranze geometriche

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno	Fig.	Interpretazione
∠	Inclinazione di una linea rispetto ad una retta: sup. ris. sup.	Due piani paralleli inclinati rispetto alla superf. di rif.	∠ 0.08 A 40°	67	La superficie inclinata é compresa tra due piani paralleli distante 0,08 mm e inclinati di 40° rispetto alla superficie A di riferimento.
	Inclinazione di una linea rispetto ad una retta	(Proiett. su un piano) Due rette parall. inclin. rispetto: a) alla retta di riferim. A-B b) alla proiez. della linea sulla retta di riferim. (situate su piani diver.)	a) ∠ 0.08 A-B 60° b) ∠ 0.08 A-B 60°	68	a) L'asse del foro é compreso tra due piani parall. distanti 0,08 mm, incl. di 60° rispetto l'asse orizzont.A-B (retta di riferimento) b) L'asse del foro proiettato su un piano conten.l'asse di riferim. é compreso tra due rette parall. distanti 0,08 mm, inclinate di 60° rispetto all'asse orizzont.A-B (retta di riferimento)
⌖	Localizzazione di una linea: di un punto	Cerchio di Ø t con centro nella posiz. teorica esatta del punto.	⌖ Ø 0.3 S 100	69	Il punto reale di intersezione si trova entro un cerchio di Ø 0,3 mm il cui centro coincide con la posiz. teorica esatta del punto.
	Localizzazione di una linea	a) Due rette parall. simmetriche alla posiz. teorica esatta (una sola direzione). b) Un parallelepip. t1xt2 con asse in posiz. teorica esatta (due direz. perpendicolari). c) Un cilindro con asse in posiz. teor. esatta (toll. in Ø)	a) A ⌖ 0.05 A 12 6 6 b) 6 fori ⌖ 0.05 6 fori ⌖ 0.1 8 8 20 8 8 c) ⌖ Ø 0.1 8 8 20 8 8	70	a) Ciascuna linea é compresa entro due rette parall. distanti 0,05 mm e simmetriche alla posiz. teorica esatta rispetto alla sup.di rif. A. b) Ciascuno degli assi é compreso entro un parallelep. (0,05 mm nel piano orizzont) 0,1 nel piano vert.) avente asse in posiz. teor. esatta del foro considerato. c) Ciascuno degli assi é compreso entro un cil.(Ø 0,1mm) il cui asse si trova nella posiz. teor. esatta del foro considerato.
	Super. o piano med.	Due piani paralleli simmetrici rispetto alla posiz. teorica esatta.	100° 50 A B ⌖ 0.08 A B	71	La superf. incl. é compresa entro due piani parall. distanti 0,08 mm simmetr. alla posiz. teor. esatta rispetto alla superf.A (piano di rif) e all'asse del cil. di rif.B

segue

segue: Tolleranze geometriche

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno Fig.	Interpretazione
◎	Concentricità e coassialità di un punto	Un cerchio il cui centro coincide con il punto di riferim.	72	Il centro del cerchio é compreso entro un cerchio di ∅ 0,02 mm concentrico al cerchio di riferimento A.
		Un cilindro il cui asse coincide con l'asse di riferimento (toller. in ∅).	73	L'asse del cilindro é compreso entro una zona cilindrica di ∅ 0,1 mm coassiale all'asse di riferimento A-B.
⌯	di un piano med.	Due piani paralleli simmetrici rispetto all'asse o al piano mediano.	74	Il piano mediano della scanalatura é compreso tra due piani paralleli distanti 0,08 mm, simmetrici al piano mediano dell'elemento di riferimento A.
	Simmetria di una linea o di un asse	a) Proiettata su un piano. Due rette (o piani) parall. simmetriche all'asse (o piani) di riferim. (una direz.) b) Un parallelepipedo tlxt2 il cui asse coincide con l'asse di riferimento (due direzioni)	75	a) L'asse del foro é compreso tra due piani parall. distanti 0,06 mm, simmetr. rispetto al piano med. comune delle scanalature di riferimento A e B. b) L'asse del foro é compreso in una zona parallelep. larga 0,1 mm (orizzontale e 0,05 mm (vertic.) il cui asse coincide con gli assi di riferim. A-B e C-D formati dall'intersezione dei piani mediani comuni.
↗	Oscillazione circolare radiale	Due cerchi concentrici perpendicolari all'asse su ogni piano di misura il cui centro coincide con l'asse di riferimento	76	a) Oscillazione radiale non > di 0,1 mm in ogni piano di misura durante una rotazione completa attorno all'asse di riferimento A-B. b) di 0,2 mm limitata al solo settore circolare rispetto a l'asse del foro A.
	Oscillazione assiale	Per ogni posiz. radiale due circonf. giacenti sul cilin. con asse su l'asse di riferimento	77	Oscillazione assiale non > di 0,1 mm su ogni posizione di misura durante una rotazione compl. attorno all'asse di riferimento C.

segue

segue: Tolleranze geometriche

Seg. graf	Toll. di	Zona di tolleranza	Richiamo sul disegno Fig.	Interpretazione
↗	Oscillazione circolare in tutte le direzioni	Su ogni cono di misura, due cerchi aventi per asse, l'asse di riferimento. Direzione di misura. a) perpendicol. b) perpendicol. alla tangente.	78	Oscillazione nella direzione della freccia, non > di 0,1mm su ogni cono di misura durante una rotazione completa attorno all'asse di rf. (fig. a) Come sopra, ma con oscillazione in direz. perpendicolare alla tangente della superficie curva (fig. b).
	Oscillazione circolare in una direz. indic.	Su ogni cono di misura con angolo indicato, due cerchi con asse coincidente con quello di rif.	79	Oscillazione nella direzione indicata, non > di 0,1 mm su ogni cono di misura durante una rotazione completa attorno all'asse A.
⌰	Oscillazione totale radiale	Due cilindri coassiali i cui assi coincidono con l'asse di riferimento.	80	Oscillazione totale radiale (assiale fig. 81) non > di 0,1 mm in ogni punto della superf. indicata, durante più rotaz. attorno all'asse di riferimento.
	Oscillazione totale assiale	Due piani paralleli perpendic. all'asse di riferimento.	81	Spostamento assiale (radiale fig. 81) relativo tra pezzo e strum. di misura deve essere guidato lungo una linea di forma teor. perf. del contorno e posizionata correttamente rispetto all'asse di rifer.

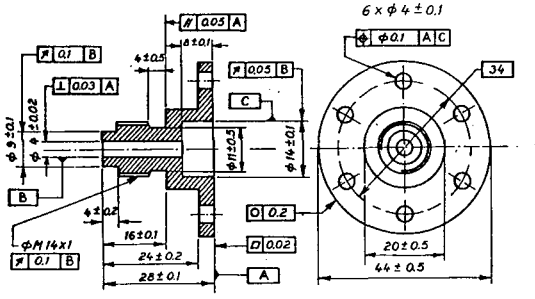


Figura 82

segue

Esempi indicazione tolleranze geometriche

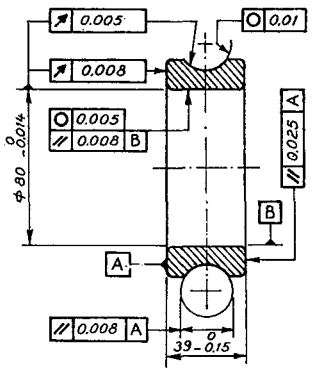


Fig. 83 -
anello interno cuscinetto a sfere

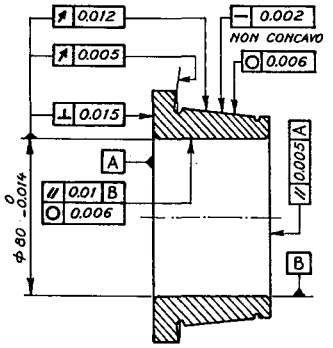


Fig. 85 -
anello int. cusc. a rulli conici

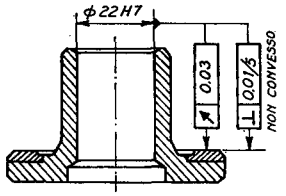


Fig. 87 -
guarnizione di pompa ad anello

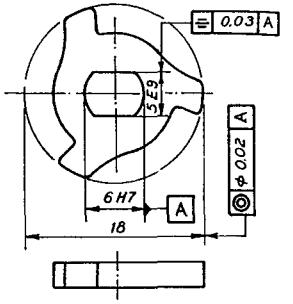


Fig. 84 - camma

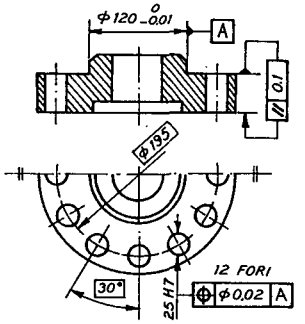
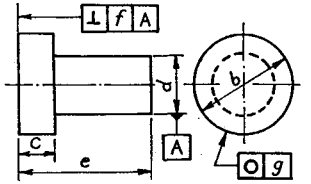


Fig. 86 -
maschera per foratura



Part. N°	Dimensioni b	c	d	e	Tolleranze f	g
1	15	7	8	h8	47 0,005	0,005
2	20	8	10	h8	58 0,01	0,008
3	30	10	15	h9	70 0,02	0,01
4	50	12	25	h9	112 0,05	0,015

Fig. 88-dimens. in forma tabulare.
(Rif. ISO R 1661)

Quotatura ed indicazione delle tolleranze nei pezzi non rigidi

Introduzione (da UNI-ISO 10579)
Alcuni pezzi, all'uscita dal reparto di produzione, possono subire delle deformazioni non trascurabili, rispetto alle dimensioni prefissate, causate dal peso proprio, dalla elasticità o dal rilassamento delle tensioni interne dovute al processo di fabbricazione.
Questi pezzi si definiscono "pezzi non rigidi".
Le deformazioni sono accettabili a condizione che i pezzi, ai quali venga applicata una forza coerente con le esigenze di controllo e di montaggio, possono essere riportati all'interno delle tolleranze stabilite.
In sostituzione o in aggiunta alla valutazione convenzionale delle dimensioni del pezzo allo stato libero, può essere necessario valutare il pezzo sottoponendolo a tensioni minori di quelle a cui é soggetto dopo il montaggio, in funzione dello scopo e delle interconnessioni di alcuni pezzi coniugati.
Questa categoria di pezzi comprende sia quella di materiale a notevole rigidezza (esempio: pezzi sottili di metallo), sia quelli di materiale a rigidezza limitata (come gomma, plastica, ecc.).

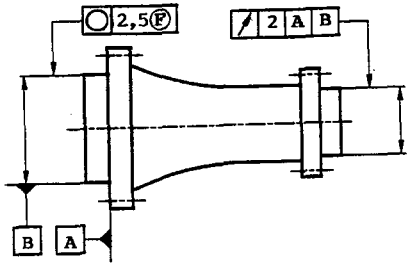
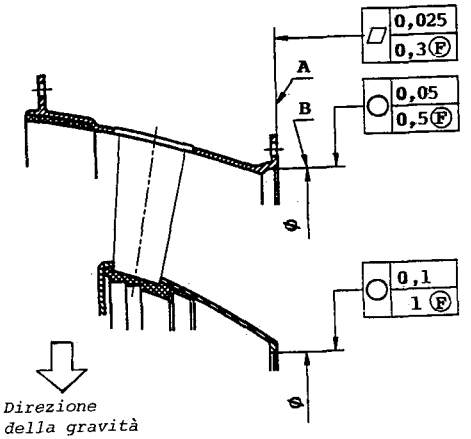
Scopo e campo di applicazione
Questa norma prescrive le regole e l'indicazione delle tolleranze di quei pezzi non rigidi che devono essere posti sotto tensione al momento del controllo delle dimensioni z delle tolleranze indicate sui disegni.

Definizioni
Ai fini di questa norma si applicano le seguenti definizioni:
pezzo non rigido: pezzo che si deforma in maniera tale che, allo stato libero, possa essere ricondotto nei limiti delle tolleranze dimensionali e/o geometriche.
stato libero: Stato di un pezzo sottoposto unicamente alla forza di gravità.
La deformazione di un pezzo non rigido deve essere tale da permettere al pezzo di essere ricondotto entro le tolleranze specificate, al momento del controllo e del montaggio à dopo essere stato montato, qualora vengano applicate pressioni o forze non maggiori di quelle che si possono manifestare durante le condizioni normali di montaggio.
E' impossibile evitare gli effetti di forze naturali come la gravità; ma il valore della deformazione può dipendere dall'orientamento del pezzo e della sua condizione allo stato libero.
Se é necessario indicare la tolleranza geometrica allo stato libero, le condizioni in cui le tolleranze sono assicurate (per esempio la direzione della gravità, l'orientamento del pezzo e le condizioni in cui può essere sopportata, ecc.) possono essere indicate sotto forma di note come illustrato nei disegni.
I pezzi non rigidi devono essere identificati sul disegno tramite l'indicazione **"ISO 10579-NR"**, in questo caso la condizione di tensione si applica, a meno che le dimensioni e le relative tolleranze siano contrassegnate con il simbolo (F) secondo le regole seguenti:

Indicazione sui disegni
I disegni sei pezzi non rigidi devono contenere, secondo i casi, le seguenti informazioni:
1) nel o vicino al riquadro delle istruzioni l'indicazione "ISO 10579 - NR".
2) sotto forma di nota, lo stato di tensione del pezzo per ottemperare alle specifiche del disegno;
3) Le variazione geometriche ammesse allo stato libero, con il simbolo aggiuntivo (F) nel riquadro della tolleranza in accordo con la ISO 1101.
4) le condizioni in cui la tolleranza geometrica allo stato libero é assicurata, come direzione della gravità, orientamento del pezzo ecc.

segue

segue: Quotatura e indicazione delle tolleranze dei pezzi non rigidi

Indicazione sul disegno	Indicazione
 ISO 10579-NR Condizione di tensione: la superficie indicata con la lettera A é montata (con 64 bulloni M6 serrati con una coppia da 9 a 15 N m) e l'elemento identificato con la lettera B é sollecitato in modo da condurlo nei limiti dimensionali prescritti.	La tolleranza geometrica seguita dal simbolo F deve essere assicurata allo stato libero. L'altra tolleranza si applica seguendo le condizioni indicate nella nota.
Indicazione sul disegno	**Interpretazione**
 ISO 10579-NR Condizione di tensione: la superficie indicata con la lettera A é montata (con 120 bulloni M20 serrati con una coppia da 18 a 20 N m) e l'elemento identificato con la lettera B é sollecitato in modo da condurlo nei limiti dimensionali prescritti.	Le tolleranze geometriche seguite dal simbolo F devono essere assicurate allo stato libero. Le altre tolleranze geometriche si applicano secondo le condizioni indicate nella nota.

Tolleranze di forma e di posizione - Principio del massimo materiale

Rif. UNI 7226/2 ISO 2692

Introduzione

L'assemblaggio dei pezzi dipende dalla relazione tra la dimensione reale e gli scostamenti geometrici degli elementi da assiemare, come ad esempio per i fori di due flange e le relative viti di collegamento. Il minimo gioco di accoppiamento si ha quando ognuno degli elementi é nella condizione di massimo materiale (vite dimensioni massime, foro dimensioni minime) e quando lo scostamento geometrico (p. e. di posizione) é anch'esso massimo. Il gioco aumenta fino al valore massimo se le dimensioni reali degli elementi si scostano dalle dimensioni di massimo materiale (vite dimens. minime, foro dimens. massime) e quando gli scostamenti geometrici (p. e. di posizione) sono nulli.
Da ciò resulta che, se le dimens. reali di un elemento da accoppiare non raggiungono le dimens. di massimo materiale, le tolleranze geometriche indicate possono essere aumentate senza compromettere l'accoppiamento. Questo é detto "principio del massimo materiale" e si indica sui disegni con il simbolo Ⓜ.

Applicazione del principio del massimo materiale

Il progettista deve sempre decidere se risulta possibile l'applicazione del principio del massimo materiale alle tolleranze interessate. Per esempio non é consigliabile applicarlo nei collegamenti cinematici, centri di ingranaggi, maschiature, accoppiamenti fissi, ecc., cioé nei casi in cui l'aumento della tolleranza potrebbe compromettere la funzionalità.
Il principio del massimo materiale é più comunemente utilizzato con le tolleranze di localizzazione, perpendicolarità, rettilineità, parallelismo, inclinazione e coassialità.

Definizioni:
Dimensione di max materiale (MMS)
Dimensione di min materiale (LMS)
Condizione di max materiale (MMC)
Condizione di min materiale (LMC)
Principio del max materiale Ⓜ
Esigenza di inviluppo Ⓔ
(Elemento di forma perfetta nella dimensione non superiore alla MMC)

Tolleranza di localizzazione per un gruppo di fori

Indicazioni sul disegno

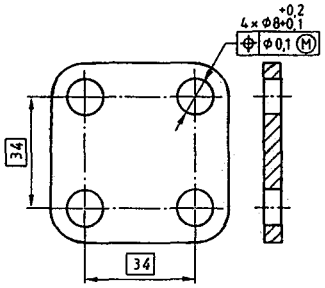


Fig. 1 -

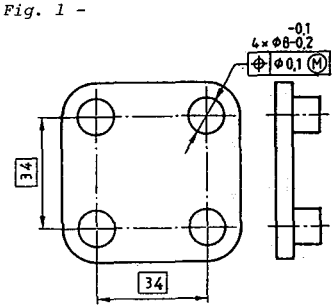


Fig. 2 -

Ø effettivo dei fori 8,1 (MMC)
Ø effettivo alberi 7,9
la differenza di 0,2 é la tolleranza di localizzazione per Ø 0,1 nei fori e Ø 0,1 per alberi (in questo esempio) oppure diversa da un'elemento all'altro.
Ø effettivo dei fori 8,2 (LMC)e/o
Ø effettivo alberi 7,8.
La differenza di 0,4 é la tolle-

segue

segue: Principio del massimo materiale

ranza di localizzazione per Ø 0,2 nei fori e Ø 0,2 per gli alberi.

Tolleranza di perpendicolarità dell'asse di un albero rispetto ad un piano di riferimento

Indicazione sul disegno

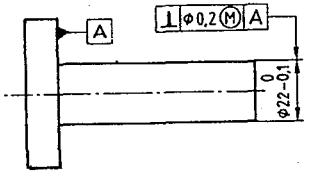


Fig. 3 -
Dimensione virtuale Ø 22+0,2=22,2
Dimensione effettiva Ø 22 (MMS)
Scostamento di rettilineità delle generatrici o dell'asse = 0,2
Dimensione effettiva Ø 21,9 (LMC)
Scostam. di rettil. = 0,3

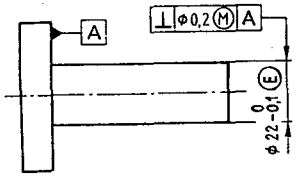


Fig. 4 -
La prescrizione aggiuntiva Ⓔ abbinata alla prescrizione Ⓜ implica che l'elemento deve rimanere all'interno dell'inviluppo di forma perfetta alla sua dimensione di massimo materiale di Ø 22.
Dimensione effettiva Ø 21,9
scostam. di rettilineità Ø 0,1
Dimensione effettiva Ø 22
scostam. di rettilineità Ø 0.
Tuttavia lo scostam. di perpendicolarità conseguente a Ⓜ può aumentare a 0,3 (dimens. virtuale = = Ø 22,2) per dimens. locali effettive di Ø 21,9.

Esempi applicativi con Ⓜ applicato ad uno (degli) elemento (i) oggetto (i) di tolleranza.

Tolleranza di rettilineità all'asse di un perno

Indicazioni sul disegno

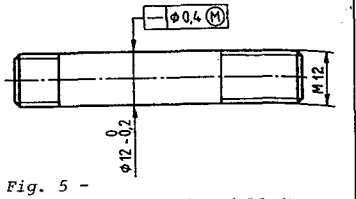


Fig. 5 -
Dimensione effettiva Ø 12 (MMS)
tolleranza di rettil. Ø 0,4
Dimensione effettiva Ø 11,8 (LMS)
tolleranza di rettil. Ø 0,6

Tolleranza di parallelismo dell'asse di un albero rispetto ad un piano di riferimento

Indicazioni sul disegno

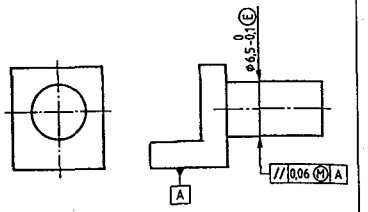
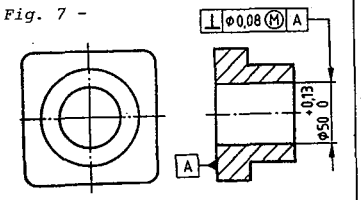


Fig. 6 -
Asse fra due piani paralleli (e paralleli al piano di riferimento) distanti tra loro:
0,06 per diametro 6,5 (MMS)
0,16 per diametro 6,4 (LMS)

Tolleranza di perpendicolarità di un foro rispetto ad un piano di riferimento

Indicazioni sul disegno

Fig. 7 -



Dimensione virtuale Ø 50-0,08= = Ø 49,92

segue

segue: Principio del massimo materiale

Dimensione effettiva Ø 50 (MMS)
toller. perpendicolarità Ø 0,08
Dimensione effettiva Ø 50,13(LMS)
toller. perpendicolarità Ø 0,21

Tolleranza di inclinazione di un piano mediano di una scanalatura rispetto ad un piano di riferim.

Indicazioni sul disegno

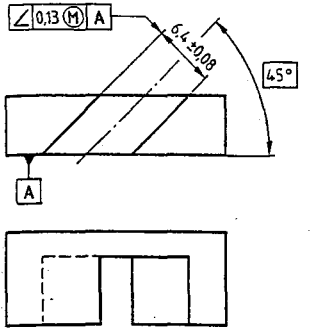


Fig. 8 -

L'elemento può variare fra 6,32 e 6,48. Piano mediano tra due piani paralleli che distano:
0,13 (inclinaz. 45°) per larghezza 6,32 (MMS).
0,29 (inclinaz. 45°) per larghezza 6,48 (LMS).

Tolleranza di localizzazione di 4 fori posizionati gli uni rispetto agli altri

Indicazioni sul disegno

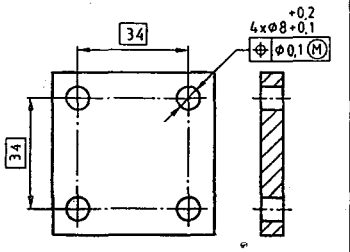


Fig. 9 -

Ciascun foro può variare tra il Ø 8,1 e il Ø 8,2
Fori dimensioni Ø 8,1 (MMS)
toller. di localizzazione Ø 0,1
Fori dimensioni Ø 8,2 (LMS)
toller. di localizzazione Ø 0,2.

Indicazione della tolleranza geometrica zero

Nei precedenti esempi di localizzazione la tolleranza é distribuita tra dimensione e localizzazione. Il caso limite é costituito dall'attribuzione della tolleranza totale alla dimensione, indicando una tolleranza di localizzazione zero.
In tal caso la tolleranza dimensionale diventa la somma di questa e di quella di localizzazione indicata precedentemente.
Quindi l'indicazione riportata sul disegno per i fori della fig. 1, diventa quella illustrata dalla fig.10 e quella della figura 2 diventa quella della fig. 11.

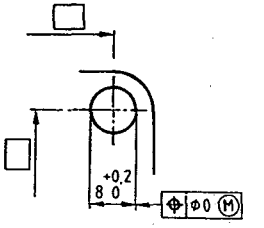


Fig. 10 -

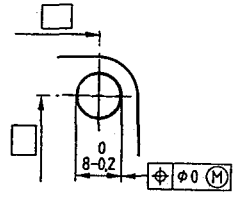


Fig. 11 -

Tali indicazioni significano che le tolleranze di localizzazione possono variare tra Ø 0 e Ø 0,2

segue

segue: Principio del massimo materiale

quando le dimensioni variano tra la massima e la minima.
L'indicazione "0 Ⓜ" può anche essere utilizzata con altre caratteristiche geometriche.
Esempi:

Quattro fori posizionati gli uni rispetto agli altri

Indicazioni sul disegno

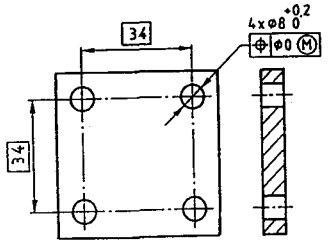


Fig. 12 -

La dimensione virtuale é la dimensione di massimo materiale meno la tolleranza di localizzaz. specificata, cioé Ø 8 - Ø 0 = 8(MMS) dimensione del foro Ø 8,2 (LMS).

Quattro alberi posizionati gli uni rispetto agli altri

Indicazioni sul disegno

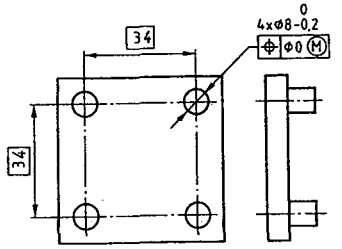


Fig. 13 -

La dimensione virtuale é la dimensione di massimo materiale più la tolleranza di localizzazione specificata, cioé Ø 8 + Ø 0 = Ø 8 (MMS). Dimensione degli alberi Ø 7,8 (LMS).

Esempi di applicazione quando Ⓜ si applica ad uno (degli) elemento (i) con tolleranza ed all'elemento di riferimento.

Tolleranza di localizzazione di quattro fori posizionati rispetto ad un foro di riferimento

Indicazioni sul disegno

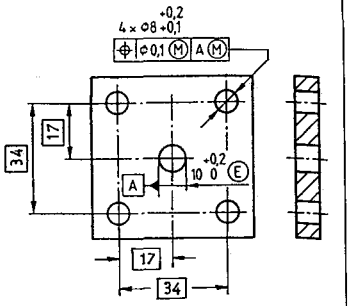


Fig. 14 -

Nei casi limite, l'asse dei fori deve rimanere all'interno della zona di toll. geom. di 0,1 quando tutti i diametri sono alla loro MMS di Ø 8,1. Può variare in una zona di Ø 0,2 quando tutti i diametri sono alla loro LMS di Ø 8,2. L'asse di riferim. A può collocarsi in una zona di Ø 0,2 quando A é di forma perfetta e nella LMC di Ø 18,2. La toll. geom. si applica ai 4 elementi oggetto di toll. posizionati gli uni rispetto agli altri e al riferimento.
Il valore di dette toll. aumentato di un valore pari allo scostamento della MMC é indicato nella tabella (2a colonna). L'ulteriore toll. di local., che dipende dalla dimensione del riferim. (per effetto della MMC) si applica solo agli elementi con toll. come una toll. di gruppo rispetto al riferimento, ma non si applica agli elementi con toll. tra di loro: cioé il riferim. può essere mobile rispetto all'elemento con tolleranza (valori nella 4a col.)

segue

segue: Principio del massimo materiale

Ø foro con tolleranza	toll. loc. di ciascun elemento	Ø foro di riferimento	zona mobile elemento di rif.
8,1 MMS	0,1	10 MMS	0
8,12	0,12	10,05	0,05
8,14	0,14	10,1	0,1
8,16	0,16	10,15	0,15
8,18	0,18	10,2 LMS	0,2
8,2 LMS	0,2		

Può esistere qualunque combinazione di valori delle colonne 2 e 4. Detti valori non possono essere addizionati perché hanno interpretazioni diverse.

Tolleranze di coassialità

Indicazioni sul disegno

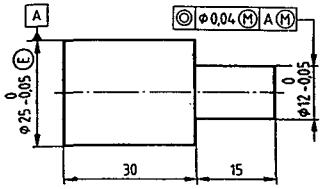


FIG.15-

L'asse dell'elemento é contenuto nella zona di toll. di coassialità di Ø 0,04 quando tutti i diametri sono alla MMC di Ø 12

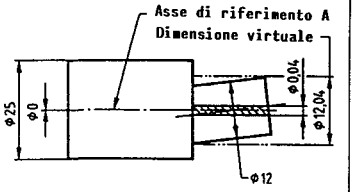


Fig.16-

e può variare all'interno di una zona di toll. di Ø 0,09 quando i diametri dell'elemento con toll. sono alla LMS di 11,95 e quando, nel contempo, l'elemento di riferimento é alla MMC di Ø 25.

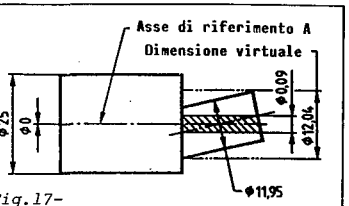


Fig.17-

L'asse di riferimento A può collocarsi all'interno di una zona di Ø 0,05 quando l'elemento A é alla LMC di Ø 24,95.

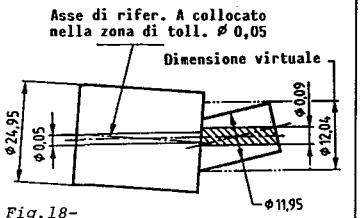


Fig.18-

Poiché in questo caso, un solo elemento é in relazione col riferimento, la variazione dello stesso genera un aumento della toll. di coassialità come si vede nella figura 19.

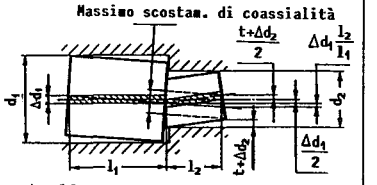


Fig.19-

dove: d_1 = MMS del riferimento;
d_2 = dimens. virtuale dell'elemento con tolleranza;
t = tolleranza geometrica.
Δd_1 = d_1 - dimensione di accoppiamento elemento di riferimento;
$t + \Delta d_2$ = d_2 - dimensione di accoppiamento elem. di tolleranza.
Massimo scostam. di coassialità =

$$= 2\left(\frac{t+\Delta d_2}{2} + \frac{\Delta d_1}{2} + d\ \frac{l_2}{l_1}\right) =$$

$$= 2\left(\frac{0,04 + 0,05}{2} + 0,025+0,05\ \frac{15}{30}\right) =$$

$$= 0,19.$$

Tolleranze geometriche - Sistemi di riferimento

(Rif. UNI-ISO 5459).

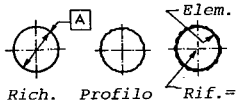
- Applicazione dei riferimenti -

(a completamento della tab. 2 descrizione delle figg. da 24 a 40)

I riferimenti e i sistemi di riferimento (rif.) servono di base, per la determinazione delle relazioni geometriche che esistono tra gli elementi. La qualità degli elementi di rif. e degli elementi di rif. simulati deve essere adeguata alle esig. funzionali

- Elemento di rif. simulato -

Quando il rif. é il centro di un cerchio



Rich. sul dis. — Profilo reale del cerchio — Rif.= centro del cerchio massimo inscritto

Fig.1 Figura 2 Figura 3

Quando il rif. é l'asse di un albero, l'elemento di rif. simulato é l'asse di un cilindro minimo circoscritto. Per l'asse di un foro, l'elemento di rif. simulato é l'asse di un cilindro massimo inscritto. Quando é un piano mediano, l'elemento di rif. simulato sono due superfici piane in contatto e il rif. é il piano mediano delle stesse.

- Ordine dei riferimenti -

L'ordine dei rif., nel riquadro delle tolleranze (fig. 4) ha una

Fig. 4 | | A | B | C | (esempio)

importanza considerevole sul risultato ottenuto; detto ordine sarà stabilito dal progettista considerando la relazione e la affidabilità di ciascun elem. di rif.

- Segni grafici di rif.parziali -

Il rif. parziale può essere:

-un punto,indicato da una croce x

-una linea, indicato da due croci unite da un tratto fine continuo.

x———x

-una zona, indicata da una zona tratteggiata delimitata da un tratto misto fine a due punti.

- Applicazione segni grafici di riferimenti parziali -

Punto rif.parz. Linea rif.parz.

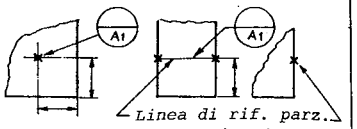


Fig. 5 Fig. 6

Zona di rif. parz.

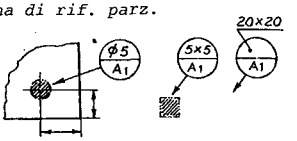


Fig. 7

- Sistema di rif. in tre piani -

Le relazioni di posizione possono richiedere un sistema di rif. in tre piani perpendicolari fra loro (Fig. 8). Può essere necessario fissare l'ordine di priorità di tali piani.

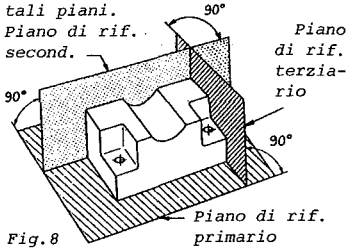


Fig.8

Se sono indicati dei rif. parziali, possono essere applicati:

- rif. primario = 3 rif. parziali oppure
- rif. secondario = 2 rif. parziali oppure
- rif. tersiario = 1 rif.parziale
- Gruppi di elementi formanti dei riferimenti

Se é necessario che la posizione effettiva di un gruppo di elementi (es. fori) sia di rif. per un altro elemento o altro gruppo di elementi, si può indicare sul disegno come mostrato nell'esempio di figura 9.

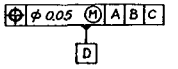


Fig. 9

Tolleranze geometriche

Tolleranze di localizzazione

Definizione della posizione degli elementi e calcolo dei valori appropriati per le parti da accoppiare. Applicabile ad elementi di forma regolare (per es. fori cilindrici o quadri, bulloni, prigionieri, spine, scanalature, fori filettati, sedi chiavette) o di forma irregolare.

Nelle applicazioni, le dimensioni teoricamente esatte e le tolleranze,determinano la posizione degli uni rispetto agli altri o ad uno o più riferimenti specificati.

Ciò evita la sommatoria di localizzazione quando le dimensioni teoricamente esatte sono disposte in serie. Quando la zona di toll. di localizzazione é perpendicolare a un riferimento, non si indica l'angolo retto sul disegno, vedi fig. 1. (da UNI-ISO 5458)

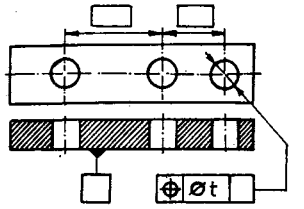


Fig. 1 -

Elementi su una circonferenza si intendono regolarmente distanziati (salvo specificazione contraria) in posizione teoricamente esatta e solidali (fig. 2a) salvo specificaz. contraria (fig. 2b).

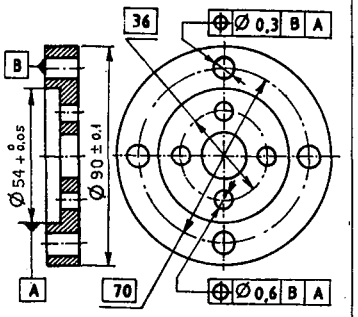


Fig. 2a -

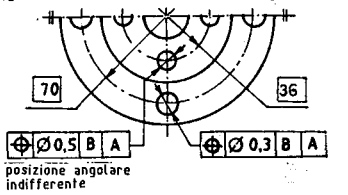


Fig. 2b -

Tolleranze di localizzazione

a) in una sola direzione.

L'ampiezza della toll. si sviluppa nella direzione della freccia di richiamo del riquadro (figg. 3a e 3b.

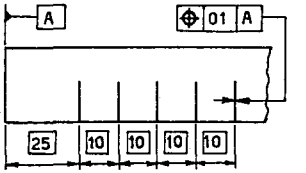


Fig. 3a - Indic. sul disegno

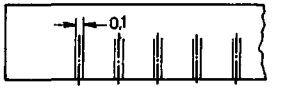


Fig. 3b - Interpretazione

b) in due direzioni.

La zona di toll. può essere specificata in due direzioni perpendicolari tra loro, con valori diver

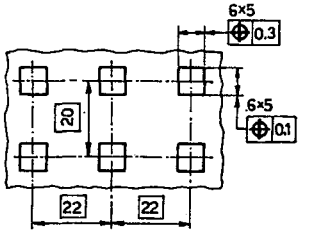


Fig. 4a - Indic. sul disegno

segue

segue: Tolleranze geometriche

si (figg. 4a e 4b) o uguali (figure 5a e 5b.

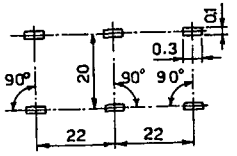


Fig. 4b - Interpretazione

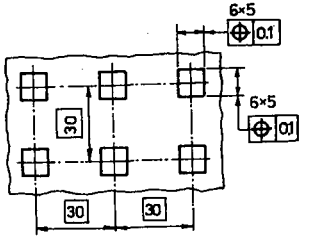


Fig. 5a - Indic. sul disegno

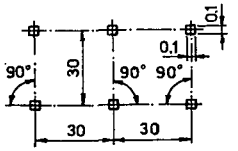


Fig. 5b - Interpretazione

c) in tutte le direzioni.
La zona di toll. può essere specificata come zona cilindrica (fig. 6a e 6b).

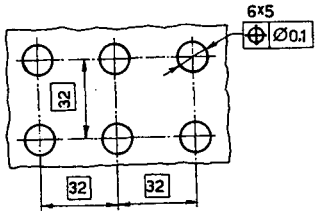


Fig. 6a - Indic. sul disegno

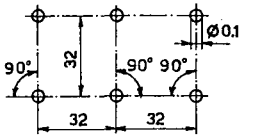


Fig. 6b - Interpretazione

Questo metodo genera una zona di toll. maggiore di quella ottenuta con il metodo delle coordinate che generano solo zone di toll. quadrate o rettangolari (fig.7).

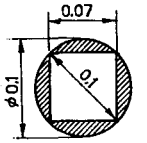


Fig. 7 -

Combinazione di tolleranze

Quando si ha un gruppo di elementi posizionato con toll. di localizzazione e la posizione dell'insieme con toll. dimensionali, ciascuna prescrizione deve essere rispettata autonomamente (figg. 8a e 8b). Le zone di toll. di localizzazione sono in posizione teoricamente esatta, le une rispetto alle altre (fig. 8c).
Anche quando, sia il gruppo di elementi che la posizione dell'insieme siano definite con toll. di localizzazione, ciascuna prescrizione deve essere rispettata autonomamente (fig. 9a).
Asse effettivo dei quattro fori

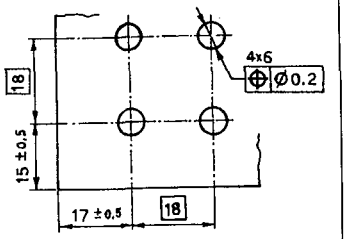


Fig. 8a - Indic. sul disegno

segue

segue: Tolleranze geometriche

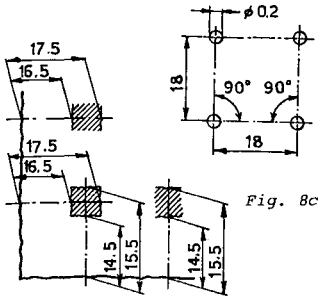


Fig. 8c

Fig. 8b - Interpretazione

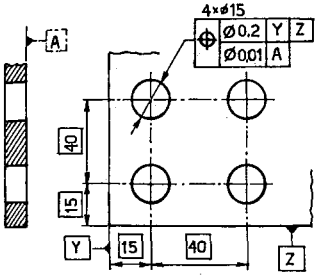


Fig. 9a - Indic. sul disegno

all'interno zona di toll. ø 0,01. Le zone di toll. di loc. sono in posizione teoricamente esatta, le une rispetto alle altre (fig.9b) e perpendicolari al riferimento specificato A (fig. 9a).
Asse effettivo di ciascun foro, all'interno della zona di toll. ø 0,2. Le zone di toll. di loc. sono in posizione teoricamente esatta rispetto ai riferimenti simulati Y e Z (fig. 9c).

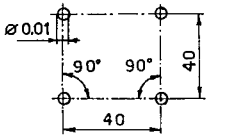


Fig. 9b - Interpretazione

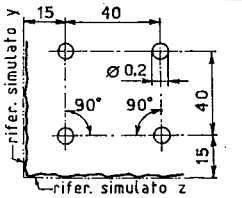


Fig. 9c - Interpretazione

Calcolo delle toll. di localizz.

Si assume, per i calcoli che entrambi gli elementi interni ed esterni, siano di forma ed orientamento perfetti e alla condizione Ⓜ. In questa ipotesi, le formule definiscono un'accoppiamento senza interferenza e senza gioco quando gli elementi assemblati siano, anche nella posizione più sfavorevole, all'interno della zona di toll. di localizzazione.
a) Elemento di accoppiamento libero. Due o più pezzi da collegare (per es. con vite e dado) dove tutti i pezzi hanno fori passanti per bulloni. (Fig. 10).

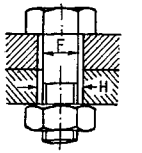


Fig. 10 -

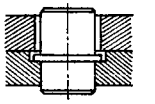


Fig. 11 -

b) Elemento di accoppiamento fisso. Uno dei pezzi assemblato con viti prigioniere oppure viti, in fori filettati o perno di riferimento forzato ad una estremità (fig. 11).
Quando:
F = dimensione (condizione Ⓜ) esterno (fig. 10).
H = dimensione (condizione Ⓜ) interno (fig. 10).
T = toll. di localizzazione.
- accoppiamento mobile: $T = H - F$
- accoppiamento fisso: $T = \frac{H - F}{2}$

Queste formule valgono anche per chiavette e linguette e loro scanalature, per accoppiamenti fissi e mobili. (Rif. UNI-ISO 5458).

Tolleranze di localizzazione - Preminenza sulle toll. in coordinate

Una tolleranza di 0,2 mm, applicata col sistema in coordinate produce una zona di toll. con max di 0,28 mm. La stessa toll. di localizzazione, una zona uniforme di diametro 0,2 mm.

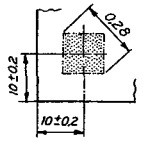


Fig. 1 Toller. in coordinate

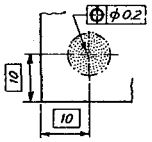


Fig. 2 Toller. di localizzaz.

A differenza della tolleranza in coordinate, la tolleranza di localizzazione offre:
- maggior precisione e uniformità della zona di tolleranza.
- una sola interpretazione sul posizionamento.
- massima facilità di analisi del risultato.

Da tutto questo, la certezza di un accoppiamento senza interferenze.

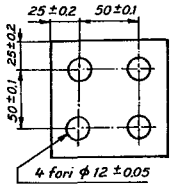


Fig. 3 - Tolleranze in coordinate

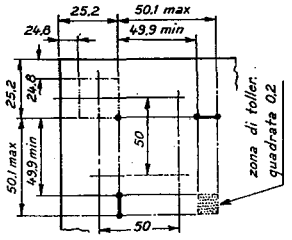


Fig. 4 - interpretaz. della fig.3

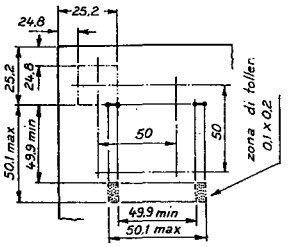


Fig. 5 - 2a interpr. della fig. 3

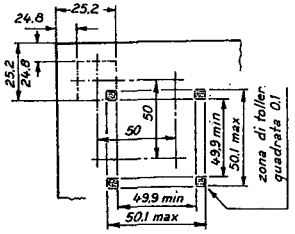


Fig. 6 - 3a interpr. della fig. 3

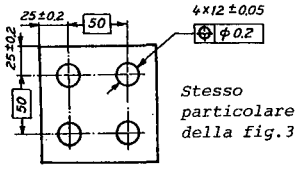


Fig. 7 - Toll. di localizzazione

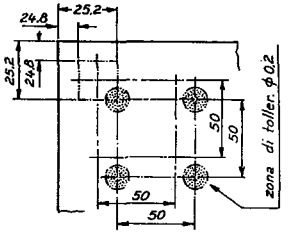


Fig. 8 - interpretaz. della fig.7

Principi fondamentali per l'attribuzione delle tolleranze

Principi (Rif. UNI-ISO 8015)

Questa norma specifica i principi della relazione che intercorre tra le tolleranze dimensionali (lineari ed angolari) e le tolleranze geometriche.
Questi principi devono essere applicati, nei disegni tecnici e nei documenti ad essi connessi, alle:
- quote lineari e loro tolleranze
- quote angolari e loro toller.;
- tolleranze geometriche;

che definiscono per ciascun elemento di un pezzo, i quattro seguenti aspetti:
- dimensione;
- forma;
- orientamento;
- posizione.

Principio di indipendenza

Ciascuna prescrizione dimensionale o geometrica specificata su un disegno deve essere rispettata in se stessa (in modo indipendente), salvo non sia specificata una relazione particolare.
Pertanto, in mancanza di indicazioni specifiche, la tolleranza geometrica si applica senza tener conto delle dimensioni dell'elemento e le due descrizioni sono trattate come prescrizioni tra loro indipendenti.
Così, se é richiesta una relazione particolare tra:
- la dimensione e la forma oppure
- la dimensione e l'orientamento oppure
- la dimensione e la posizione,

essa deve essere specificata sul disegno.

Tolleranze dimensionali lineari

Una tolleranza lineare limita unicamente le dimensioni locali reali (misurate tra due punti) di un elemento, ma non gli scostamenti di forma (per esempio, scostamento di circolarità o di rettilinei tà di un elemento cilindrico o scostamento di planarità di due superfici piane parallele).
Pertanto, gli scostamenti di forma devono essere limitati con:
- tolleranze di forma indicate singolarmente;
- tolleranze geometriche generali
- prescrizioni di inviluppo.

Nota - Ai fini della presente norma, un elemento singolo é definito da una superficie cilindrica o da due superficie piane parallele.
Con le tolleranze lineari non si hanno limitazioni nella relazione tra elementi singoli. Per esempio la perpendicolarità delle facce di un cubo non é limitata per cui é necessario limitarla mediante una tolleranza di perpendicolarità il cui valore é imposto da una esigenza tecnica.

Tolleranze angolari

Una tolleranza angolare, indicata in unità di misura angolare, limita unicamente l'orientamento generale delle linee o degli elementi lineari delle superfici, ma non gli scostamenti di forma. (fig. 1)

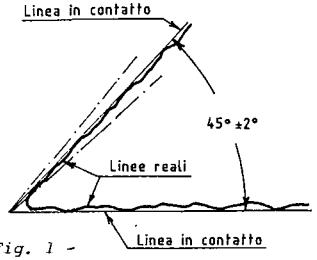


Fig. 1 -

L'orientamento generale della linea derivata dalla superficie reale é l'orientamento della linea in contatto di forma geometrica perfetta. La distanza massima tra questa linea in contatto e la linea reale deve essere la più piccola possibile.

Pertanto, gli scostamenti di forma devono essere limitati con:
- tolleranze di forma indicate singolarmente;
- tolleranze geometriche generali

segue

segue: Principi fondamentali per l'attribuzione delle tolleranze

Tolleranze geometriche

Le tolleranze geometriche limitano lo scostamento dell'elemento in rapporto:
- alla sua forma oppure
- al suo orientamento oppure
- alla sua posizione,

teoricamente esatti, senza tener conto della dimensione dell'elemento.
Le tolleranze geometriche si applicano indipendentemente dalle dimensioni reali degli elementi singoli.
Gli scostamenti geometrici possono raggiungere i loro valori massimi, indipendentemente dal fatto che le sezioni trasversali degli elementi considerati siano o no, nella dimensione corrispondente alla condizione di massimo materiale.
Per esempio, un albero dove tutte le sezioni sono nella condizione di massimo materiale, può avere una forma lobata all'interno della tolleranza di circolarità e può anche essere curvato di un valore uguale alla tolleranza di rettilineità (figg. 2 e 3).

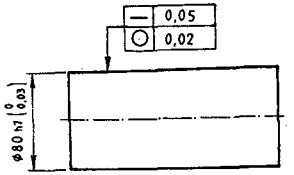
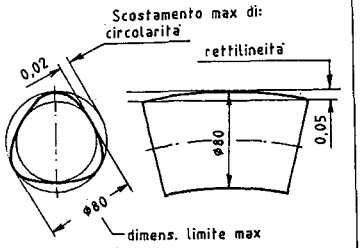


Fig. 2 - Indicazione sul disegno



Sezione qualunque
Fig. 3 - Interpretazione

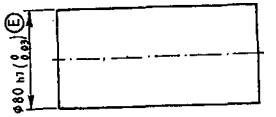
Interdipendenza tra la dimensione e la geometria

(forma, posizione ed orientamento)
L'interdipendenza tra la dimensione e la geometria può essere introdotta:
- da esigenze di inviluppo;
- dall'applicazione del principio di massimo materiale.

Esigenza di inviluppo

L'esigenza di inviluppo può essere applicata ad un elemento isolato, sia esso un cilindro, sia esso un elemento definito attraverso due superfici piane parallele (elemento della dimensione).
Questo implica che non deve essere superato l'inviluppo di forma perfetta nella dimensione corrispondente alla condizione di massimo materiale dell'elemento.
L'esigenza di inviluppo può essere indicata:
- mediante il simbolo Ⓔ posto dopo la tolleranza (fig.4) oppure
- mediante il riferimento ad una specifica norma che richiami l'esigenza dell'inviluppo.

Esempio: Esigenza di inviluppo applicata ad un elemento cilindrico
a) indicazione a disegno (fig.4).



b) esigenza funzionale:
- la superficie dell'elemento cilindrico non deve superare l'inviluppo di forma perfetta alle dimensioni di Ø 80, corrispondente alla condizione di massimo materiale;
- nessuna dimensione locale reale deve essere minore di Ø 79,97.

Questo implica che il pezzo reale deve rispettare le seguenti esigenze:

segue

segue: Principi fondamentali per l'attribuzione delle tolleranze

- ciascun diametro locale reale dell'albero deve restare nella tolleranza dimensionale di 0,03 e può quindi variare tra Ø 80 e Ø 79,97 (fig. 5).

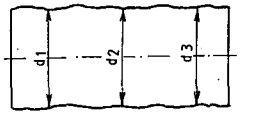


Fig. 5 - (d_1, d_2, d_3 : (dia. locali)

- tutto l'albero deve restare nei limiti dell'inviluppo cilindrico di forma perfetta di Ø 80 (figura 6 e 7).

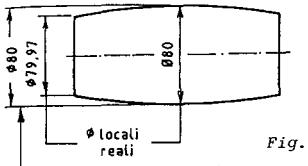


Fig. 6

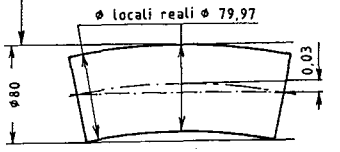


Fig. 7

Ne consegue che l'albero deve essere perfettamente cilindrico, quando tutti i diametri locali reali siano alla dimensione corrispondente alla condizione di massimo materiale di Ø 80 (fig. 8)

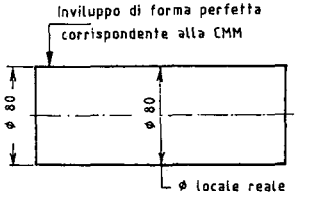


Fig. 8 -

Principio del massimo materiale

Se per ragioni economiche e funzionali é necessario garantire l'interdipendenza tra la dimensione e la forma, l'orientamento o la posizione del o degli elementi può essere applicato il principio del massimo materiale M.

Applicazione sui disegni

Indicazioni complete sui disegni. I disegni devono specificare le tolleranze dimensionali e geometriche necessarie per definire compiutamente il pezzo con riferimento alla sua funzione.

Indicazioni

I disegni per i quali si applica il principio di indipendenza devono essere identificati mediante la seguente indicazione da porsi all'interno o nei pressi del riquadro delle iscrizioni.

Tolleranze secondo UNI-ISO 8015

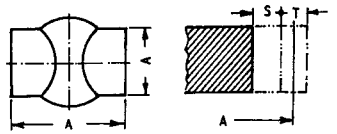
Questa indicazione deve essere completata con l'indicazione della apposita norma o di altri documenti relativi alle tolleranze geometriche generali.

Alcune norme nazionali (che devono essere richiamate sul disegno) precisano che il principio di inviluppo per elementi singoli costituisce la regola e, perciò, esso non é esplicitamente indicato sul disegno.

Nota - In mancanza di indicazioni specifiche di norme riguardanti i principi di attribuzione delle tolleranze o dei metodi di verifica delle stesse, le tolleranze dimensionali possono limitare anche alcuni scostamenti di forma e/o di posizione. In questi casi le superfici reali del pezzo possono scostarsi dalla forma geometrica prescritta a condizione che restino all'interno delle tolleranze dimensionali.

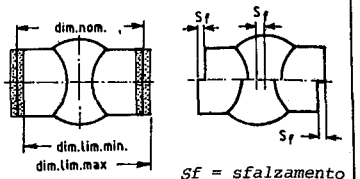
Sistema di tolleranze dimensionali per getti

La precisione dimensionale di un getto, é in relazione con i fattori di produzione. La toll. data può determinare il metodo di formatura. Di conseguenza occorre accordarsi fra committente e fornitore su: precisione richiesta, esigenza di lavorazione, metodo di formatura, numero dei getti. Il sistema di toll. esposto é applicabile alle dimens. dei getti in lega metallica, con formatura in sabbia o in conchiglia, colati a bassa o alta pressione oppure a cera persa, se il produttore costruisce l'attrezzatura o accetta la responsabilità del controllo. Le quote nominali sono quelle del getto prima della lavorazione compreso i sovrammetalli di lavoraz.



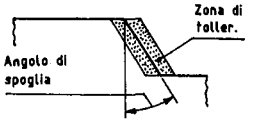
A = quota nominale; S = sovrammetalli; T = tolleranze di fonderia
Sono previste 16 qualità di toll.

da CT1 a CT16 che, salvo diverso accordo, sono ripartite simmetricamente. Uno sfalzamento più limitato di quello in tab. 2, può essere dato sul disegno, ma non deve essere sommato alla toll. gen.



Sf = sfalzamento

La qualità di toll. (da CT 3 a CT 15) dello spessore di parete, é più grande di quella generale, di un punto (Esempio toll. generale CT8 - toll. spess. parete CT9).



Toll. sugli elementi di spoglia: La toll.deve essere applicata simmetricamente lungo la superficie.

Tabella 1 - Tolleranza generale dei getti in mm (*)

Quota nom. >	Quota nom. ≤	Qualità di tolleranza dei getti CT 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
-	10	0,16	0,26	0,36	0,52	0,74	1,0	1,5	2,0	2,8	4,2	-	-	-	-
10	16	0,20	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3,0	4,4	-	-	-	-
16	25	0,22	0,30	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
25	40	0,24	0,32	0,46	0,64	0,90	1,3	1,8	2,6	3,6	5,0	7	9	11	14
40	63	0,26	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	10	12	16
63	100	0,28	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
100	160	0,30	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5,0	7	10	12	16	20
160	250	0,34	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	11	14	18	22
250	400	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
400	630		0,64	0,90	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
630	1000			1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	6	8	11	16	20	25	32
1000	1600				1,6	2,2	3,2	4,6	7	9	13	18	23	29	37
1600	2500					2,6	3,8	5,4	8	10	15	21	26	33	42
2500	4000						4,4	6,2	9	12	17	24	30	38	49
4000	6300							7,0	10	14	20	28	35	44	56
6300	10000								11	16	23	32	40	50	64

Tab. 2-Sfalzamento

CT	Sfalzam. mm
3-4	All'interno della toll. indicata in tabella 1.
5	0,3
6	0,5
7÷8	0,7
9÷10	1,0
11÷13	1,5
14÷16	2,5

(*) I valori più ristretti CT1 e CT2 (toll. gen.), saranno stabiliti in un secondo tempo.

- Nota -
Per le dimensioni fino a 16 mm, le toller. gener. da CT13 a CT16, non sono applicabili e devono essere indicate toller. specifiche scelte nella tabella 1.

Designazione:
Toller. gener. UNI-ISO 8062- CT10 se richiesto, si può aggiungere (p. es.): con sfalzamento 0,7 e/o dopo la quota nominale, (p. es.): 90 ± 1,6.

segue

segue: Sistema di tolleranze dimensionali per getti

Le tolleranze della tab. 1 sono basate su valori raccolti da fonderie di diversi paesi.
Molte dimensioni di un getto sono influenzate dalla presenza di un giunto della forma o di un'anima che richiede un'aumento della tolleranza dimensionale. Questi aumenti sono già inclusi in tab. 1.

Getti prodotti in grandi e piccole serie

La tabella 3,indica le tolleranze di solito ottenibili dai processi di formatura. La precisione di un procedimento di formatura, dipende da numerosi fattori come:
- la complessità del disegno;
- il tipo di attrezzatura (modello o conchiglie);
- i metalli e le leghe utilizzate
- lo stato delle attrezzature;
- la tecnologia adottata.

Per le grandi serie, é possibile realizzare la regolazione e controllare accuratamente la posizione delle anime per ottenere tolleranze più ristrette di quelle indicate nella tabella 3.
Per le piccole serie e per i getti singoli, in genere non é economico usare modelli metallici per ottenere tolleranze ristrette.
Tolleranze più larghe sono indicate nella tabella 4.

Tabella 3 - Qualità di tolleranze per getti prodotti in grandi serie

Tecnologia		Qualità di tolleranza CT: Acciaio	Ghisa grigia	Ghisa a grafite sferoid	Ghisa malleabile	Leghe di rame	Leghe di zinco	Leghe metal. legg.	Leghe con nichel	Leghe di cobalto
Formatura a mano in sabbia		11 a 13	11 a 13	11 a 13	11 a 13	10 a 12		9 a 11		
Formatura a macchina in sabbia Formatura a guscio		8 a 10	8 a 10	8 a 10	8 a 10	8 a 10		7 a 9		
Forma metall. permanente	Colata in conchigl. a bassa pressione		7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9	6 a 8		
	Pressofusione					6 a 8	4 a 6	5 a 7		
Formatura a cera persa		4 a 6	4 a 6	4 a 6		4 a 6		4 a 6	4 a 6	4 a 6

- Nota- Le qualità di toll. indicate si possono normalmente ottenere purché i fattori che influenzano la precisione dimensionale della formatura, siano stati messi a punto completamente.

Tab. 4 - Qualità di tolleranze per getti prodotti in piccole serie o singolarmente

Materiale di formatura	Qualità di tolleranza CT: Acciaio	Ghisa grigia	Ghisa a grafite sferoidale	Ghisa malleabile	Leghe di rame	Leghe di metalli leggeri
Sabbia a verde	13 a 15	13 a 15	13 a 15	13 a 15	13 a 15	11 a 13
Materiale autoindurente	12 a 14	11 a 13	11 a 13	11 a 13	10 a 12	10 a 12

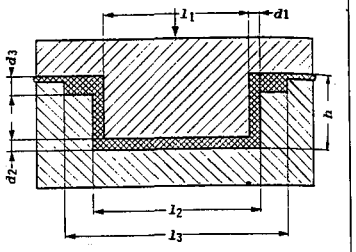
I valori che figurano in questa tabella si applicano, in generale alle dimensioni nominali maggiori di 25 mm.
Per le dimensioni minori si possono stabilire tolleranze più ristrette, rispettando i criteri seguenti:
- quote nominali fino a 10 mm: tre gradi di qualità inferiori;
- quote nominali da 10 a 16 mm: due gradi di qualità inferiori;
- quote nominali da 16 a 25 mm: un grado di qualità inferiore.

Tolleranze dimensionali dei prodotti di gomma

Questa norma specifica le classi di tolleranza per prodotti in gomma compatta ottenuti per stampatura, estrusione e calandratura. (Sono esclusi gli anelli OR) **Prodotti stampati** - Tutti i materiali elastmerici subiscono un ritiro col raffreddamento, di ciò si deve tener conto nella progettazione degli stampi. E' pertanto diffile ottenere le classi M1 e M2. Il prodotto non può essere più preciso degli stampi. Dimens. l_1, l_2, l_3 (toll. F) non soggette a deformazioni. Dimens. d_1, d_2, d_3 e h (toll. C) possono subire alterazioni. **Prodotti estrusi** - Richiedono toll. più ampie degli stampati per la presenza di rigonfiamenti e per i fenomeni di ritiro e deformazioni. **Foglie calandrate** - Valgono considerazioni e limitazioni simili a quelle degli estrusi. La toll. dipenderà anche dalla finitura superficiale dei calandrati. (da UNI-ISO 3302)

Tolleranze per prodotti stampati

Dim.nom		Classe M1		Classe M2		Classe M3		C.M4
>	≤	F	C	F	C	F	C	FeC
0	6,3	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,40	0,50
6,3	10	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	0,50	0,70
10	16	0,15	0,20	0,20	0,25	0,40	0,60	0,80
16	25	0,20	0,20	0,25	0,35	0,50	0,80	1,00
25	40	0,20	0,25	0,35	0,40	0,60	1,00	1,30
40	63	0,25	0,35	0,40	0,50	0,80	1,30	1,60
63	100	0,35	0,40	0,50	0,70	1,00	1,60	2,0
100	160	0,40	0,50	0,70	0,80	1,30	2,0	2,5
160	-	0,3%	0,4%	0,5%	0,7%	0,8%	1,3%	1,5%



Tolleranze sulle dimensioni dei prodotti estrusi

sezione trasvers. prodotti liberi

Dim.nom		Classe(±		
>	≤	E1	E2	E3
0	1,5	0,15	0,25	0,40
1,5	2,5	0,20	0,35	0,50
2,5	4	0,25	0,40	0,70
4	6,3	0,35	0,50	0,80
6,3	10	0,40	0,70	1,00
10	16	0,50	0,80	1,30
16	25	0,70	1,00	1,60
25	40	0,80	1,30	2,00
40	63	1,00	1,60	2,50
63	100	1,30	2,00	3,20

interne, sostenuti da mandrino

Dim.nom		Classe(±		
>	≤	EN1	EN2	EN3
0	4	0,20	0,20	0,35
4	6,3	0,20	0,25	0,40
6,3	10	0,25	0,35	0,50
10	16	0,35	0,40	0,70
16	25	0,40	0,50	0,80
24	40	0,50	0,70	1,00
40	63	0,70	0,80	1,30
63	100	0,80	1,00	1,60
100	160	1,00	1,30	2,00
160	-	0,6%	0,8%	1,2%

esterne rettif. su superf. est.

Dim.nom		Classe(±	
>	≤	EG1	EG2
0	10	0,15	0,25
10	16	0,20	0,35
16	25	0,20	0,40
25	40	0,25	0,50
40	63	0,35	0,70
63	100	0,40	0,80
100	160	0,50	1,00
160	-	0,3%	0,5%

EG1 di precisione
EG2 buona qualità

spess. parete rett.sup.est.

Dim.nom		Classe(±	
>	≤	EW1	EW2
0	4	0,10	0,20
4	6,3	0,15	0,20
6,3	10	0,20	0,25
10	16	0,20	0,35
16	25	0,25	0,40

EN1 di precisione
EN2 alta qualità
EN3 buona qualità
EW1 di precisione
EW2 buona qualità

Toller. dimens. prodotti estrusi

lungh. di taglio

Lun.nom		Classe (±		
>	≤	L1	L2	L3
0	40	0,7	1,0	1,6
40	63	0,8	1,3	2,0
63	100	1,0	1,6	2,5
100	160	1,3	2,0	3,2
160	250	1,6	2,5	4,0
250	400	2,0	3,2	5,0
400	630	2,5	4,0	6,3
630	1000	3,2	5,0	10
1000	1600	4,0	6,3	12,5
1600	2500	5,0	10,0	16,0
2500	4000	6,3	12,5	20,0

sp. sez. taglio

Sp.nom.		Classe(±		
>	≤	EC1	EC2	EC3
,63	1	,10	,15	,20
1	1,6	,10	,20	,25
1,6	2,5	,15	,20	,35
2,5	4,0	,20	,25	,40
4,0	6,3	,20	,35	,50
6,3	10	,25	,40	,70
10	16	,35	,50	,80
16	25	,40	,70	1

EC1 di precisione
EC2 buona qualità
EC3 non critico

Tolleranze di foglie calandrate

sullo spessore

Sp.nom.		Classe(±		
>	≤	ST1	ST2	ST3
0	1	,15	0,2	,25
1	1,6	,15	,25	,35
1,6	2,5	0,2	,35	0,4
2,5	4	,25	0,4	0,5
4	6,3	,35	0,5	0,7
6,3	10	0,4	0,7	0,8
10	16	0,5	0,8	1
16	-	3,5%	5%	7%

ST1 di precisione
ST2 alta qualità
ST3 buona qualità

sulla lunghezza

Largh.nom		Classe(±		
>	≤	SW1	SW2	SW3
630	1000	20	25	30
1000	1600	30	40	50
1600	-	2%	2,5%	3%

SW1 alta qualità
SW2 buona qualità
SW3 non critico
L1 di precisione
L2 di buona qualità
L3 F3 non critico
F1 alta qualità
F2 buona qualità

Valori in mm (salvo diversa indicazione).

Tolleranze di conicità

Rif. UNI 7826 - Sistema di tolleranze di conicità da 1:3 a 1:500 e lunghezze da 6 a 630 mm.
Per conicità e angoli di cono vedi UNI 157 nel capitolo Tabelle normalizzate. Per quotatura di elementi conici vedi UNI 7618.

Tolleranze di conicità per pezzi conici rigidi, dove la lunghezza della generatrice può essere considerata praticamente uguale alla lunghezza nominale del cono (conicità da 1:3 a 1:500). Queste tolleranze possono essere usate anche per i pezzi prismatici (per esempio cunei e prismi). Sono considerati quattro tipi di toller.:

- Tolleranza del diametro del cono T_D valida per tutti i diametri del cono per una lungh. di cono L

- Tolleranza d'angolo del cono AT espressa in valore angolare o lineare (AT o AT_D).

- Tolleranza di forma (tolleranza di rettilineità della generatrice e di conicità della sezione).
- Tolleranza del diametro del cono T_{DS} per una sezione definita. Essa é valida solo per il diam. del cono della sezione in oggetto

-Tolleranza del diametro del cono, d'angolo del cono e di forma del cono. Normalmente ai pezzi conici si applica solo la tolleranza del diametro del cono T_D. Essa include la tolleranza d'angolo del cono AT e la tolleranza di forma T
In caso di pezzi per applicazioni particolari, AT e T_F possono essere ridotte, con indicazioni supplementari, all'interno di T_D. Nessun punto della superf. conica deve essere situato al di fuori dei coni limite.

-Tolleranza del diametro del cono per una sezione.
Se per ragioni funzionali é richiesta, in una determinata sezione, una tolleranza del diametro del cono, si deve prescrivere la tolleranza del diametro del cono T_{DS} e ugualmente la tolleranza di angolo di cono AT.

-Toller. del diametro del cono T-Di regola T_D é scelta in funzione del diametro del cono D (essa é scelta tra le qualità di tolleranze fondamentali IT della UNI-ISO 286) ed é valida per tutte le lunghezze del cono L.

Se sono richieste tolleranze d'angolo e di forma, di qualità più precisa, la tolleranza T_D, prescritta sul disegno, si applica anche agli errori di angolo e di forma. In questi casi i pezzi conformi alle fig. 1 e 2 sono da considerarsi validi.

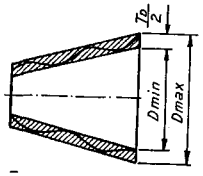


Fig. 1 -
Per l'indicazione delle tolleranze del diametro del cono devono essere utilizzati i simboli ISO (UNI-ISO 286) se riferite al diametro del cono corrispondente. Se la superficie conica del pezzo considerato non é destinata ad un accoppiamento conico, scegliere di preferenza le tolleranze Js o js per esempio 40js 10.

- Toller. d'angolo del cono AT - (risultante da T_D)
In assenza di indicazioni specifiche concernenti la tolleranza AT, l'angolo del cono effettivo deve trovarsi all'interno della zona di tolleranza T_D. Gli angoli α max e α min (figure 2 e 3) sono quindi gli angoli limite del cono risultante dalla tolleranza T_D.

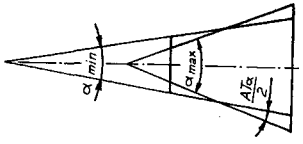


Fig. 2 -
Angoli limite del cono, il più

segue

segue: Tolleranze di conicità

grande e il più piccolo risultanti dall'angolo nominale del cono, dalla posizione e dall'ampiezza della tolleranza di angolo nel cono.

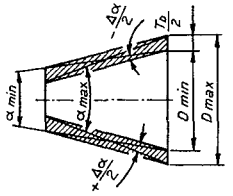


Fig. 3 - Tolleranza d'angolo del cono AT. Differenza tra il più grande e il più piccolo angolo del cono ammessi.

In questi casi l'angolo effettivo del cono é situato tra $+\Delta\alpha$ e $-\Delta\alpha$ rispetto all'angolo nominale del cono α. I valori di $\Delta\alpha$ sono riportati in tabella 2.

Tolleranze d'angolo del cono prefissate. Se AT deve essere minore di T_D é necessario stabilire gli angoli limite del cono. La tolleranza d'angolo del cono può essere unilaterale, positiva o negativa o bilaterale (per esempio: $\alpha + AT$, $\alpha \pm AT/2$). Gli scostamenti bilaterali possono avere valori differenti (figura 4).

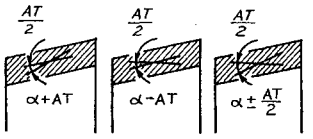


Fig. 4 -

- Tolleranza di forma T_F -

La tolleranza di forma del cono comprende le tolleranze di:

- rettilineità della generatrice (fig. 5).
- circolarità della sezione del cono (fig. 6).

La tolleranza di forma del conc deve essere espressamente indicata in µm e deve essere più piccola della metà di T_D.

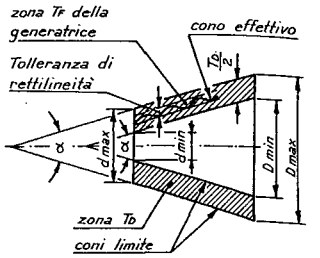


Fig. 5 - Coni limite, superficie coniche coassiali, geometricamente ideali, aventi lo stesso angolo nominale del cono risultante dal cono nominale e dalle tolleranze del diametro del cono.

La differenza tra il più grande e il più piccolo diametro del cono é costante in tutte le sezioni rette del cono.

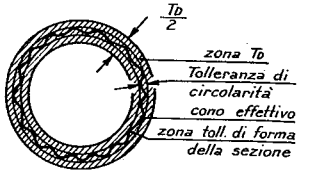


Fig. 6 - Distanza tra due cerchi complanari concentrici entro i quali si deve trovare la sezione effettiva del cono.

- Tolleranza del diametro di una sezione del cono T_{DS}.

Se per motivi funzionali o di fabbricazione, T_D deve essere ridotta localmente e prescritta soltanto per una sezione definita, essa si indica solo per questa sezione (Figg. 7a, 7b, 7c.).

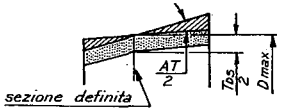


Fig. 7a -Il diametro effettivo di

segue

segue: Tolleranze di conicità

una sezione definita coincide col diametro massimo ammesso del cono

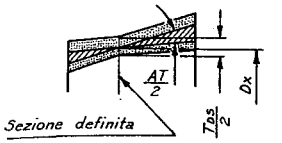


Fig. 7b - Il diametro effettivo di una sezione definita é situato tra le dimensioni limite del diametro del cono.

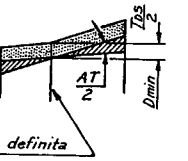


Fig. 7c - Il diametro effettivo di una sezione definita coincide col diametro minimo ammesso del cono.

- Valori delle tolleranze d'angolo del cono -

Nella tabella seguente sono considerate 12 qualità di tolleranze d'angolo del cono AT espresse in microradianti (µrad) e AT_D in micrometri (µm) calcolati per mezzo di valori costanti di $AT\alpha$ in rapporto alla lunghezza del cono. La tolleranza AT_D é definita in una sezione retta del cono dalla differenza di diametro e deve essere minore rispetto a T_D. Tenuto conto delle unità di misura (µm e µrad), si ha la relazione (Fig.8) $AT_D = AT\alpha\ L$.

Le qualità IT (diametri e AT angoli) sono scelte in modo tale che tra di loro esistano all'incirca le stesse difficoltà di fabbricazione.

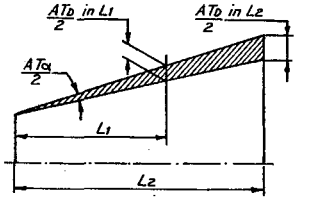


Fig. 8 -

Tab. 1 - Valori delle toller. d'angolo del cono AT (µrad) e AT_D (µm).

Qualità T_D	Lunghezza del cono L (mm)		>6 ÷ 10	>10 ÷ 16	>16 ÷ 25	>25 ÷ 40	>40 ÷ 63	>63 ÷ 100	>100 ÷ 160	>160 ÷ 250	>250 ÷ 400
AT1	ATα	µrad	50	40	31,5	25	20	16	12,5	10	8
	ATα	s	10	8	6	5	4	3	2,5	2	1,5
	AT_D	µm	,3..,5	,4...,7	,5..,8	,6....1	,8..1,3	1...1,6	1,3...2	1,6.2,5	2...3,2
AT2	ATα	µrad	80	63	50	40	31,5	25	20	16	12,5
	ATα	s	16	13	10	8	6	5	4	3	2,5
	AT_D	µm	,5..,8	,6....1	,8.1,3	1...1,6	1,3...2	1,6.2,5	2,..3,2	2,5...4	3,2...5
AT3	ATα	µrad	125	100	80	63	50	40	31,5	25	20
	ATα	s	26	21	16	13	10	8	6	5	4
	AT_D	µm	,8.1,3	1...1,6	1,3..2	1,6.2,5	2...3,2	2,5...4	3,2...5	4...6,3	5.....8
AT4	ATα	µrad	200	160	125	100	80	63	50	40	31,5
	ATα	s	41	33	26	21	16	13	10	8	6
	AT_D	µm	1,3..2	1,6.2,5	2..3,2	2,5...4	3,2...5	4...6,3	5.....8	6,3..10	8..12,5
AT5	ATα	µrad	315	250	200	160	125	100	80	63	50
	ATα	min s	1'05"	52"	41"	33"	26"	21"	16"	13"	10"
	AT_D	µm	2..3,2	2,5...4	3,2..5	4...6,3	5.....8	6,3..10	8..12,5	10...16	12,5.20
AT6	ATα	µrad	500	400	315	250	200	160	125	100	80
	ATα	min s	1'43"	1'22"	1405"	52"	41"	33"	26"	21"	16"
	AT_D	µm	3,2..5	4...6,3	5....8	6,3..10	8..12,5	10...16	12,5.20	16...25	20...32

segue

segue: Tolleranze di conicità

segue: Tab.1-Valori delle toll. d'ang. del cono AT (μrad) e AT_D (μm).

Qualità T_D	lunghezza del cono L (mm)		>6 ÷ 10	>10 ÷ 16	>16 ÷ 25	>25 ÷ 40	>40 ÷ 63	>63 ÷ 100	>100 ÷ 160	>160 ÷ 250	>250 ÷ 400
AT7	ATα	μrad	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	ATα	min s	2'45"	2'10"	1'43"	1'22"	1'05"	52"	41"	33"	26"
	AT_D	μm	5.....8	6,3.10	8..12,5	10...16	12,5.20	16...25	20...32	25...40	32...50
AT8	ATα	μrad	1250	1000	800	630	500	400	315	250	200
	ATα	min s	4'18"	3'26"	2'45"	2'10"	1'43"	1'22"	1'05"	52"	41"
	AT_D	μm	8..12,5	10..16	12,5.20	16...25	20...32	25...40	32...50	40...63	50...80
AT9	ATα	μrad	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	315
	ATα	min s	6'52"	5'30"	4'18"	3'26"	2'45"	2'10"	1'43"	1'22"	52"
	AT_D	μm	12,5.20	16..25	20...32	25...40	32...50	40...63	50...80	63..100	100.160
AT10	ATα	μrad	3150	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500
	ATα	min s	10'49"	8'35"	6'52"	5'30"	4'18"	3'26"	2'45"	2'10"	1'43"
	AT_D	μm	20...32	25..40	32...50	40...63	50...80	63..100	80..125	100.160	125.200
AT11	ATα	μrad	5000	4000	3150	2500	2000	1600	1250	1000	800
	ATα	min s	17'10"	13'44"	10'49"	8'35"	6'52"	5'30"	4'18"	3'26"	2'45"
	AT_D	μm	32...50	40..63	50...80	63..100	80..125	100.160	125.200	160.250	200.320
AR12	ATα	μrad	8000	6300	5000	4000	3150	2500	2000	1600	1000
	ATα	min s	27'28"	21'38"	17'10"	13'44"	10'49"	8'35"	6'52"	5'30"	4'18"
	AT_D	μm	50...80	63.100	80..125	100.160	125.200	160.250	200.320	250.400	320.500

Tabella 2 - Scostamenti massimi d'angolo del cono risultanti dalla tolleranza del diametro del cono T_D per un cono di lunghezza di 100 mm.

(Per lunghezze diverse da 100 mm, i valori devono essere moltiplicati per 100/L, dove L é la lunghezza del cono in mm).

Qualità	Diametro del cono (mm)												
	fino a 3	>3 ÷ 8	>6 ÷ 10	>10 ÷ 16	>18 ÷ 20	>30 ÷ 50	>50 ÷ 80	>80 ÷ 120	>120 ÷ 180	>180 ÷ 250	>250 ÷ 315	>315 ÷ 400	>400 ÷ 500
	Δ α (μrad)												
IT01	3	4	4	5	6	6	8	10	12	20	25	30	40
IT0	5	6	6	8	10	10	12	15	20	30	40	50	60
IT1	8	10	10	12	15	15	20	25	35	45	60	70	80
IT2	12	15	15	20	25	25	30	40	50	70	80	90	100
IT3	20	25	25	30	40	40	50	60	80	100	120	130	150
IT4	30	40	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
IT5	40	50	60	80	90	110	130	150	180	200	230	250	270
IT6	60	80	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
IT7	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
IT8	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
IT9	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
IT10	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
IT11	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000
IT12	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600	5200	5700	6300
IT13	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200	8100	8900	9700
IT14	2500	3000	3600	4300	5200	6200	7400	8700	10000	11500	13000	14000	15500
IT15	4000	4800	5800	7000	8400	10000	12000	14000	16000	18000	21000	23000	25000
IT16	6000	7500	9000	11000	13000	16000	19000	22000	25000	29000	32000	36000	40000

Quotatura e indicazione delle tolleranze - Elementi conici

Rif. UNI-ISO 3040 - Conicità - E' il rapporto tra la differenza dei diametri di due sezioni di un cono e la distanza fra le sezioni stesse, espresso dalla relazione:

$$C = \frac{D-d}{L} = 2tg\,\frac{\alpha}{2}$$

La conicità é una grandezza adimensionata.

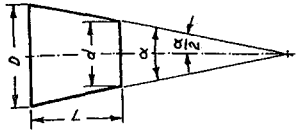


Fig. 1 -
Esempio: la conicità 1:20 indica che per una distanza assiale L di 20 mm fra le sezioni di diametro D e d si ha una variazione di diametro (D-d) di 1 mm. La conicità 5% (conicità percentuale) indica che sulla distanza assiale L di 100 mm fra le sezioni di diametro D e d si ha una variazione di diametro (D-d) di 5 mm. L'indicazione della conicità sui disegni deve essere preceduta dal simbolo (Fig. 2) orientato ad indicare il senso della conicità.

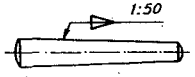


Fig. 2 -
Attenzione a non confondere la conicità con l'inclinazione. Questa ultima é il rapporto fra le differenza di due lunghezze perpendicolari ad una data direzione e la distanza fra le due posizioni in corrispondenza delle quali le perpendicolari sono situate.

$$\text{inclinazione } I = \frac{H-h}{L} = tg\ \beta$$

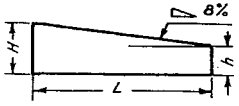


Fig. 3 -
Anche l'inclinazione é una grandezza adimensionata e si designa come in figura 3.

-Quotatura degli elementi conici- La conicità si indica con C, l'angolo con α, il diametro: maggiore con D, minore con d, in una sezione prefissata con Dx. La lunghezza: dalla posizione conica con L, comprendente la posizione conica con L', che individua la posizione della sezione nella quale é indicata la quota Dx con Lx. La conicità C si può indicare con 1:5 oppure 1/5 (preferite) 0,2:1 oppure 20% (facoltative). L'angolo α : 35° (preferito) 0,6 rad (facolt.) Esempi tipici di indicazioni e di caratteristiche di elementi conici sono illustrati nelle figure 4, 5, 6 e 7.

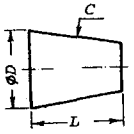


Fig. 4 -

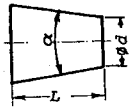


Fig. 5 -

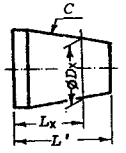


Fig. 6 -

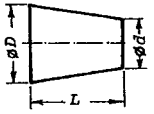


Fig. 7 -

Indicaz. della conic. sui disegni La linea di riferim. é collegata alla generatrice del cono, da una linea di richiamo. La linea di riferimento é parallela all'asse del cono e l'orientamento del segno grafico corrisponde a quello dell'elemento conico.

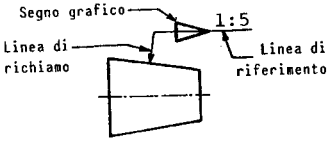


Fig. 8 -

segue

segue: Quotatura e indicazione delle tolleranze - Elementi conici

Serie di elementi conici normaliz. Per indicare la conicità di un elemento conico di una serie normalizzata (es. coni Morse o metrici) si descrive la serie stessa e il numero corrispondente. (Fig. 9)

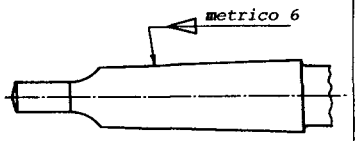


Fig. 9 -

Indicazione delle tolleranze degli elementi conici.
Le tolleranze degli elementi conici (dimensioni e superficie del cono) devono essere indicate come mostrato nelle figure seguenti.
Il simbolo t indica la larghezza della zona di tolleranza.
Indicazioni delle tolleranze dell'elemento conico indicando l'angolo del cono.

Indicazione sul disegno Interpretazione

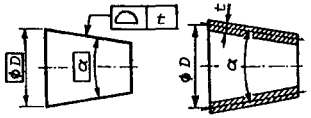


Fig. 10 -

Indicazione delle tolleranze dell'elemento conico indicando la conicità.

Indicazione sul disegno Interpretazione

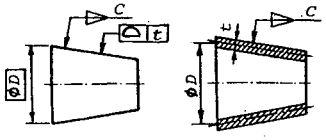


Fig. 11 -

Indicazione della zona di tolleranza dell'elemento conico con la simultanea indicazione della posizione assiale del cono.

Indicazione sul disegno Interpretazione

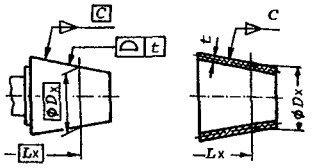


Fig. 12 -

Indicazione della tolleranza dell'elemento conico indipendentemente dalla tolleranza sulla posizione assiale del cono.

Indicazione sul disegno Interpretazione

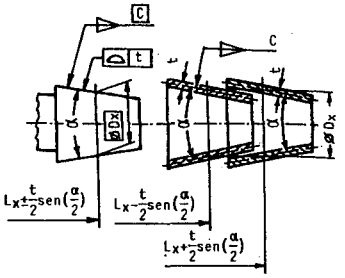


Fig. 13 -

Indicazione della tolleranza dell'elemento conico in relazione ad un riferimento (definendo contemporaneamente la coassialità).

Indicazione sul disegno Interpretazione

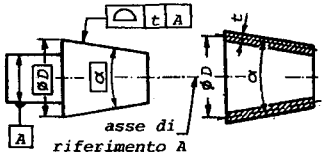


Fig. 14 -

Rugosità delle superfici

Questa norma si riferisce alla rugosità delle superfici di prodotti costituiti impiegando materiali e metodi che dovrebbero fornire normalmente superfici con parametri di rugosità compresi entro i seguenti intervalli di valori:

$0{,}008\ \mu m \leq Ra \leq 400\ \mu m$

$0{,}025\ \mu m \leq Rz$ e $Ry \leq 1600\ \mu m$

$0{,}002\ mm \leq S$ e $Sm \leq 12{,}5 mm$

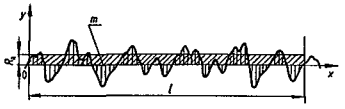
- Indica i termini che vanno impiegati per il parametro, la giacitura e il tipo di superficie.
- Fornisce le regole generali per la descrizione delle superfici.

Questa norma non si applica a superfici sulle quali é impossibile controllare la rugosità con i metodi generalmente utilizzati.

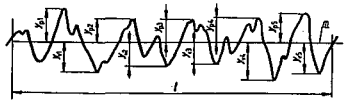
Regole generali per specificare le caratteristiche delle superfici

I requisiti delle rugosità delle superfici devono essere stabiliti in rapporto alla loro applicazione funzionale per garantire una determinata qualità dei prodotti.
Se non é richiesta, la rugosità non deve essere specificata ne, in questo caso, controllata.
I requisiti di rugosità non sono applicabili ai difetti delle superfici (esempio rigature) e quindi non considerati. Se necessario i difetti devono essere specificati a parte.
Della rugosità si indica il valore numerico (max, min, nominale o il campo di valori) del parametro (o dei parametri) e le lunghezze del tratto su cui viene definito.
Questi valori si riferiscono alle sezioni normali alla superficie geometrica, di direzione da specificare (escluso quando corrisponde ai valori max di Ra, Rz, Ry. per la data superficie).
Quando necessario possono essere specificati requisiti supplementari quali la giacitura (UNI 4600) della superficie, il tipo o la sequenza dei tipi di lavorazione, le rugosità di zone diverse.
Gli scostamenti (simmetrici o asimmetrici) dei valori numerici nominali dei parametri di rugosità si esprimono in per cento.
Si definisce la rugosità con uno o più dei seguenti parametri:

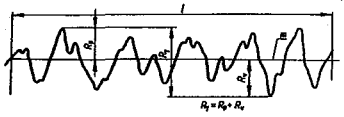
Ra: deviazione media aritmetica del profilo.



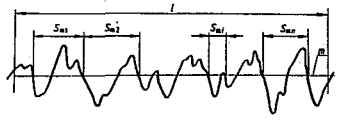
Rz: altezza delle irregolarità del profilo in 10 punti.



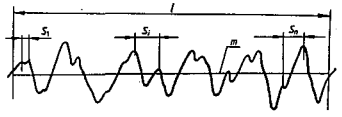
Ry: altezza massima del profilo.



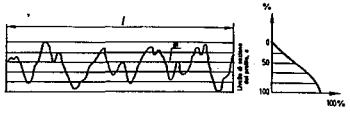
Sm: passo medio delle irregolarità del profilo.



S: passo medio dei picchi locali del profilo.



tp: rapporto di lunghezza del profilo portante.



segue

segue: Rugosità delle superfici

Valori di Ra (µm)

0,008	-	-	-	-
0,010	-	-	-	-
0,012*	0,125	1,25	12,5*	125
0,016	0,160	1,60*	16,0	160
0,020	0,20*	2,0	20	200*
0,025*	0,25	2,5	25*	250
0,032	0,32	3,2*	32	320
0,040	0,40*	4,0	40	400*
0,050*	0,50	5,0	50*	-
0,063	0,63	6,3*	63	-
0,080	0,80*	8,0	80	-
0,100*	1,00	10,0	100*	-

* Valori preferenziali.

Valori di Rz e Ry (µm)

-	0,125	1,25	12,5*	125	1250
-	0,160	1,6*	16,0	160	1600*
-	0,20*	2,0	20	200*	-
0,025*	0,25	2,5	25*	250	-
0,032	0,32	3,2*	32	320	-
0,040	0,40*	4,0	40	400*	-
0,050*	0,50	5,0	50*	500	-
0,063	0,63	6,3*	63	630	-
0,080	0,80*	8,0	80	800*	-
0,100*	1,00	10,0	100*	1000	-

* Valori preferenziali.

Valori di Sm e S (mm)

-	0,0125*	0,125	1,25	12,5*
-	0,0160	0,160	1,60*	-
-	0,020	0,20*	2,0	-
0,002	0,025*	0,25	2,5	-
0,003	0,032	0,32	3,2*	-
0,004	0,040	0,40*	4,0	-
0,005	0,050*	0,50	5,0	-
0,006*	0,063	0,63	6,3*	-
0,008	0,080	0,80*	8,0	-
0,010	0,100*	1,00	10,0	-

* Valori preferenziali.

Valori di tp (%)

10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 90

Valori numerici del livello del profili di sezione, c (in µm o come percentuale di Ry)

5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 75; 80; 90%

Valori numerici della lunghezza di base, l

0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8; 25 mm

Valori orientativi della rugosità Ra (µm) per alcune applicazioni.

0,025 Piani di appoggio per micrometri e blocchi di riscontro.

0,05 Facce calibri di officina e piani appoggio comparatori.

0,1 Facce calibri a corsoio, perni d'articolazione, utensili di precisione, cusc. superfiniti accoppiam. stagni alte pressioni, moti alternati, tenute liquidi sottopressione, tenute senza guarnizioni.

0,2 Supporti alberi a gomito o a camme, perno di biella, superficie camme, Ø cilindri pompe idrauliche, cusc. lappati, perni turbine, accoppiam. stagni mobili a mano, guide tavole macchine, reggispinta alte velocità, perni di alberi di rotori turbine, riduttori, ecc.

0,4 Alberi scanal., cusc. albero motore, Ø est. stantuffi, perni grandi macch. elettr., accoppiam. alla pressa, gambo valvole, superf. di tenute, seggi e otturatori delle valvole, saracinesche, ecc.

0,4 ÷ 0,8 Perni albero a gomito e porta te linee d'alberi, cuscin. di metallo bianco, superf. scorrevoli come pattini e guide.

0,8 Tamburi freni, fori brocciati cusc. bronzo, parti di precisione, denti ingranag. cusc. rettif., superf. di tenuta di flange senza guarnizioni e di seggi valvole motori.

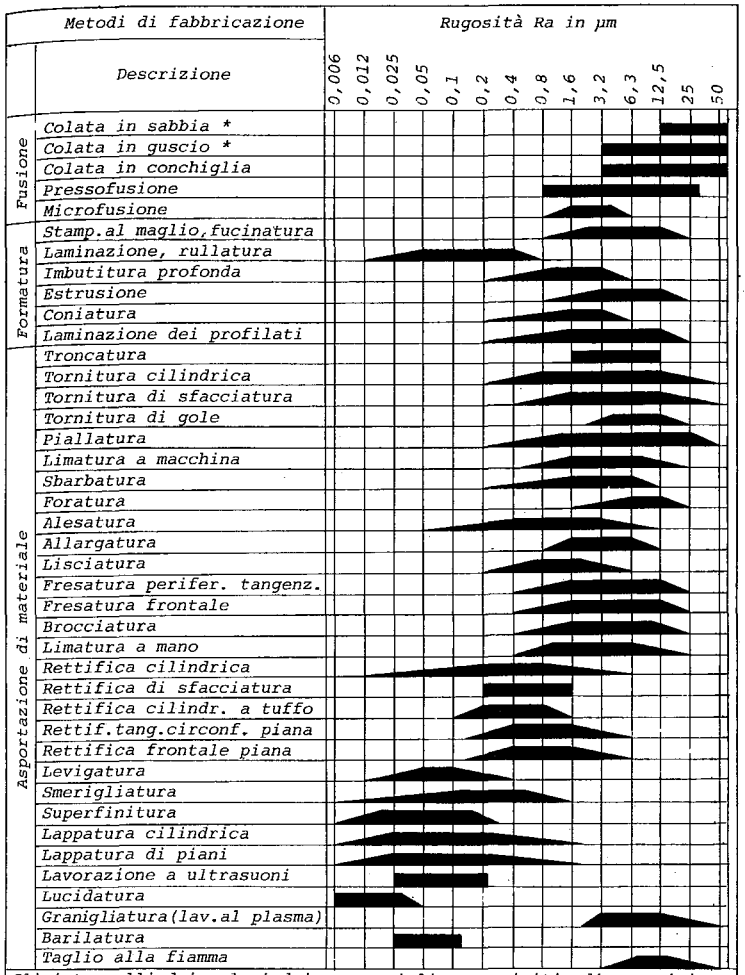
1,6 Facce particolari alberi e fori di ingran., teste di cilindri, scatole ingran., faccia pistone, superf. di tenuta di flange con guarniz. metallica

3,2 Perni e cusc. per trasmiss. a mano, superf. di accopp. parti fisse smontab. (flange di accoppiatoi, imposte di centramento, ecc.)

6,3 Superficie tenuta di flange con guarnizioni comuni.

segue

Relazione tra metodo di fabbricazione e rugosità Ra



Gli intervalli dei valori dei parametri riportati, sono dati a titolo indicativo essendo valori empirici ottenibili nelle normali condizioni di fabbricazione.
Gli intervalli si riferiscono a misurazioni effettuate su pezzi costruiti con procedimenti, materiali e requisiti di precisione differenti. Tali intervalli si riducono notevolmente se costruiti in condizioni costanti.
* Con questi metodi di fusione si possono ottenere valori di Ra fino a 125 µm per fusioni con massa unitaria maggiore di 250 kg.

(Rif. UNI-ISO 4287 e UNI-ISO 468) Indicaz. stato superf. pag. seguenti

Indicazione dello stato delle superficie

(Rif. UNI 4600) Si devono dare indicazioni relative alla rugosità a procedimenti di fabbricazione o sovrammetalli di lavorazione, solo nella misura in cui le prescrizioni corrispondenti, siano indispensabili ad assicurare l'attitudine all'impiego e solo per quelle superficie che lo richiedono.

L'indicazione dello stato della superficie non é necessaria quando la lavorazione eseguita in maniera usuale, assicura di per se stessa uno stato superficiale adeguato alle esigenze richieste.
La relazione tra lavorazioni e rugosità sono indicate nella norma UNI-ISO 468.

Segni grafici (figure 1 a 3)

Segno grafico di base. Superficie ottenuta da lavorazione qualunque. Può essere usato accompagnato da una nota o come nella figg. 25 e 28

Superficie lavorata con asportazione obbligatoria di materiale.

Superficie dalla quale é vietata l'asportazione di materiale.

Ognuno di questi 3 segni può avere l'indicazione di uno o più parametri (figg. 4 a 11). Valori a titolo di esempio:

3,2 — Valore max di Ra: 3,2 µm.

6,3 / 1,6 — Valore max di Ra:6,3 µm e valore min di 1,6 µm.

Fresato — Tipo di lavorazione: fresato.

2,5 — Lunghezza di base: 2,5 mm.

T — Direzione dei solchi: perpendicolari.

2 — Sovrammetallo di lavorazione : 2 mm.

(Rt=0,4) — Indicazione (tra parentesi) rugosità diversa da Ra: es.: Rt = 0,4 µm

Y — Una nota deve indicare il significa. del segno.

In presenza di più parametri, questi saranno disposti nella stessa posizione di ogni singolo param.

a = rugosità Ra
b = tipo di lavorazione trattam. o rivest.
c = lungh. di base (mm).
d = direz. dei solchi
e = sovrammetallo (mm)
f = altri dati relativi alla superficie(fra parentesi): ondulazione, portanza ecc

Fig. 12 -

Segni grafici per l'indicazione dell'orientamento dei solchi di lavorazione (figg. 13 a 18).

=	Parallelamente al piano di proiezione della vista.	
⊥	Perpendicolare al piano di proiezione della vista.	
X	Secondo due direz. incrociantesi ed oblique risp. al piano	
M	Secondo molteplici direzioni generiche	
R	Ad andam. approssimativ. radiali rispetto al centro.	
C	Ad andam. approssimativ. circolari rispetto al centro	

segue

segue: Indicazione dello stato delle superficie

- Indicazione sui disegni -

Segno grafico e iscrizione, di regola si devono leggere dalla base o dal lato destro del disegno. (Fig. 19).

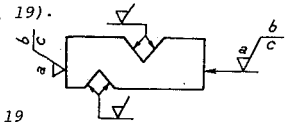


Fig. 19

In caso di difficoltà a seguire questa regola, se il segno grafico contiene solo il valore di rugosità si può applicare come mostrato in figura 20.

Fig. 20

Il segno grafico si applica una sola volta per la stessa superficie, possibilmente su quella che porta le misure di grandezza oppure di posizione di detta superficie.(Fig. 21)

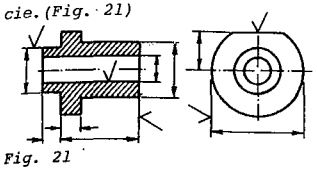


Fig. 21

Se per tutte le superficie del pezzo é prescritto lo stesso stato, l'indicazione può essere fatta: - con una nota o nel riquadro delle iscrizioni (Fig. 22). - di seguito al numero di posizione del pezzo (Fig. 23).

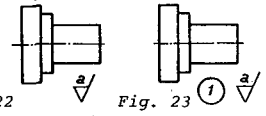
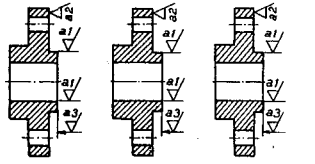


Fig. 22 Fig. 23

Se per la maggior parte della superficie del pezzo é richiesto lo stesso stato, questo é indicato: - aggiungendo ad esso una nota (Fig. 24) - oppure il segno grafico di base (entro parentesi)(Fig. 25) - oppure uno o più segni grafici (entro parentesi) relativi agli stati particolari delle rimanenti superficie (Fig; 26). I segni grafici degli stati delle superficie diversi dal segno grafico generale devono essere indicati sulle superficie corrispondenti.



Salvo indicazione diversa — Figura 24 — Fig.25 — Fig.26

Per non ripetere l'indicazione di una prescrizione complessa, si può usare prescrizioni semplificate da porre presso il disegno o nel riquadro. (Fig. 27)

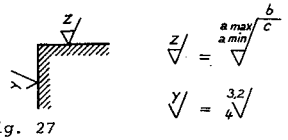


Fig. 27

Se uno stesso stato é richiesto per molte superficie del pezzo, uno dei segni grafici di base si pone sulle corrispondenti superficie e si precisa il suo significato.

Figure 28- 29- 30-

Lo stato delle superficie dei fianchi dei denti di ruote dentate e fianchi del filetto nelle filettature si indica rispettivamente sul Ø primitivo (Fig. 31) e sul Ø di filettatura (Fig.32-33).

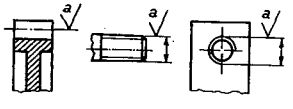


Figure 31- 32- 33-

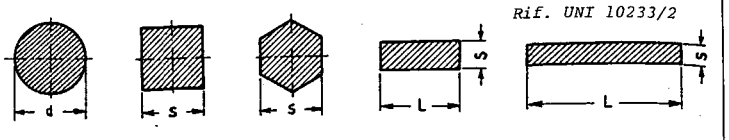
In tali casi lo stato della superficie non deve essere inteso riferito anche ad eventuali porzioni non filettate di uguale diametro.

Sezione M

SEMILAVORATI

Prodotti di acciaio in barre trafilati pelati rullati e rettificati

Rif. UNI 10233/2



Prescrizioni qualitative degli acciai - Stato di trattamento termico

Acciai non legati

di base e di qualità per impieghi strutt. UNI EN 10025

trafilati crudi

-pelati rullati crudi
-trafilati ricotti *

di qualità e speciali per impieghi meccan. UNI 8373-7846-7847 UNI EN 10083/1/2

-traf.da lam.non trat
-traf.da lam. ricotti sub critici *

-traf.da lam. ricotti isotermici *

-trafilati da laminati normalizzati *

-trafilati da laminati bonificati *

- trafilati ricotti
- pelati rullati da laminati ricotti *

- traf. normalizzati
- pelati rullati da lamin. normaliz. *

-trafilati bonificati
-pelati rullati da laminati bonificati*

pelati rullati da laminati crudi *

Acciai non legati per lav. mecc.alta veloc. UNI 4838

traf. da lam. crudi *

pelati rullati da laminati crudi *

traf.da lam.normalizzati o ric. lavorab.*

(1) traf. normalizz.
(2) traf. ric. lavor.
(3) pel.rul.da 1 o 2*

traf.da lam.bonific.*

-bonif.pelati rullati
-trafilati bonific. *

Acciai legati da costruzione meccanica

da cementaz. UNI 7846

-tr.da l.r. isot.(RI)
e da lam.ric.lav.(RL)
-tr.r.i.(RI)o lav(RL)
-p.r.da lam.(RI)o(RL)

da bonif. EN 10083/1

-traf.da lam.ric.isot
-traf.ricotti isoter.
-pel.r.da lam.r.isot*

-trafilati bonificati
-bonific.e pel.rull.*

traf.da lam.bonific.*

Acciai inossidabili UNI 6901

martensitici

traf.da lam.ric.lav.*

pel.rull.da lam.ric.*

traf.da lam.bonific.*

-trafilati bonificati
-bonificati pelati *

ferritici

ricristalliz. traf.*

-traf.ricristalliz.
-pel.r.da lam.ricr.*

austenitici

traf.da lam. solub. *

-traf.ricristallizz.
-solubiliz.pelato *

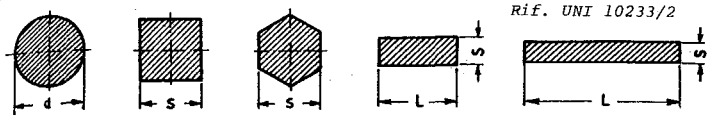
Acciai rapidi
Acciai per utensili, per molle per cuscin. (allo studio)

*e relativi rettific.

segue

prodotti di acciaio in barre trafilati, pelati rullati e rettificati

Rif. UNI 10233/2



Barre: tondi trafilati,pelati rullati,rettificati. Quadri, esagoni piatti, larghi piatti trafilati. Profili speciali in barre trafil. dimens. da concordare all'ordine. Dimens. non previste, possono essere fornite previo accordo.

Traf. toll. h9,h10,h11. toll. di parallelismo e perpendicolar. = IT

Tondi - Diametro d nom. (1)

3÷20(1x1)22-24-25-26-28-30-32-35-38-40-42-45-48-50-55-60-65-70-75-80-85-90-100-110-120-130-140-150.
(1) Traf. Ø ≤ 80, toll. h9,h10,h11
Pel.rull.Ø 20÷150,toll.h9,H10,h11
Rett. Ø 3÷150, toll. h6,h7,h8,h9, h10,h11. toll. circolarità = IT/4.

Quadri - lato s nom.

3÷20(1x1)22-24-25-28-30-32-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-100

Esagoni - Largh. in chiave s nom.

3÷28(1x1)30-32-34-36-41-46-50-55-60-65-70-75-80-90-100.
Toll. traf. h11. parallel.= IT/4

Larghi piatti

L	spessore s nom. 8	10	12	15	20	25	30	40	50	60
160	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
180	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
200	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
220			x	x	x	x	x			
250	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tolleranze trafilati h11.
toll. parallel. su s e su L = IT,
toll. perpend. riferite a s = IT.

Piatti - spessore s nom.

L	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	16	18	20	25	30	32	35	40	45	50	60
6		x	x																		
8	x	x	x	x	x	x															
10	x	x	x	x	x		x														
12	x	x	x	x	x	x	x	x													
14	x	x	x	x	x		x	x	x												
16	x	x	x	x	x		x	x	x												
18	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x										
20	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x									
22		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x								
25		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x								
30		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
35		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
40		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
45		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
50		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
55		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x		
60		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
65		x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	x	
70		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
75				x	x		x	x	x	x		x	x	x	x						
80		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
85								x		x			x								
90				x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		x	x
100			x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
110				x	x		x	x	x	x			x	x	x		x	x		x	x
120				x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		x	x
125							x	x	x	x			x	x	x						
130							x	x	x	x			x	x	x			x		x	x
140							x	x	x	x			x	x	x			x		x	x
150							x	x	x	x			x	x	x			x		x	x

toll. traf. h9, h10, h11
toll. parall. l e s = IT
toll. perp. rif.a s = IT

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettific.

Qualità degli acciai non legati (di base, di qualità e speciali).
Prodotti derivati da vergella o da barre laminate a caldo. Riferimento UNI 10233/3

Avvertenza: tutti gli stati di fornitura delle UNI 10233, comprendono i relativi prodotti rettificati, anche dove non sono espressamente specificati.

Prodotti trafilati crudi e relativi prodotti rettificati. Acciai UNI EN 10025.

Qualit.	Dimens.	R	Rp	A	Qualit.	Dimens.	R	Rp	A	Qualit.	Dimens.	R	Rp	A
S235JR	5	480÷840	410	7	S275JR	5	590÷880	490	6	S355JR	5	700÷990	520	5
	> 5a10	480÷840	370	8		> 5a10	540÷840	490	6		> 5a10	650÷940	500	6
	>10a16	410÷710	310	10		>10a16	540÷840	380	7		>10a16	610÷890	470	7
	>16a25	400÷690	280	11		>16a25	540÷765	340	8		>16a25	610÷850	430	8
	>25a40	400÷690	260	12		>25a40	490÷735	390	9		>25a40	560÷780	390	9
	>40a80	360÷690	235	13		>40a80	440÷700	265	11		>40a80	540÷770	355	10
	>80	360÷690	200	13		>80 da concordare					>80 da concordare			
E 295	5	685÷980	590	5	E 235	5	785÷1080	670	5	E 360	5	880÷1180	745	5
	> 5a10	640÷930	510	6		> 5a10	735÷1030	590	5		> 5a10	835÷1130	670	5
	>10a16	590÷880	420	7		>10a16	685÷980	490	6		>10a16	785÷1080	560	6
	>16a25	590÷835	390	8		>16a25	685÷930	450	6		>16a25	785÷1030	520	6
	>25a40	540÷785	335	9		>25a40	640÷880	390	8		>25a40	735÷980	450	7
	>40a80	520÷765	295	10		>40a80	620÷860	340	9		>40a80	715÷960	370	8
	>80 da concordare					>80 da concordare					>80 da concordare			

Prodotti pelati rullati crudi. - Trafilati ricotti. Acciai UNI EN 10025.

	Re_H (N/mm²)							Rm (N/mm²)			A(%)				
Dimens. nominale	≥ 5 ≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	> 80 ≤100	>100 ≤150	>150	≥ 5 ≤100	>100 ≤150	>150	≥ 5 ≤40	>40 ≤63	> 63 ≤100	>100 ≤150	>150
S235JR	235	225	215	215	215	195	185	340÷470	340÷470	320÷470	26	25	24	22	21
S275JR	275	265	255	245	235	225	215	410÷560	400÷540	380÷540	22	21	20	18	17
S355JR	355	345	335	325	315	295	285	490÷630	470÷630	450÷630	22	21	20	18	17
E 295	295	285	275	265	255	245	235	470÷610	450÷610	440÷610	20	19	18	16	15
E 235	335	325	315	305	295	275	265	570÷710	550÷710	540÷710	16	15	14	12	11
E 360	360	355	345	335	325	305	295	670÷800	650÷800	640÷830	11	10	9	8	7

Prodotti trafilati da laminati non trattati. - Trafil. da lamin. ricotti sub critici.

Acc. UNI 8373 (1), UNI 7846 (2), UNI EN 10083/2 (3), UNI EN 10083/1 (4), UNI 7847 (5).

Dimens. nominale mm	1C10 (1) C10 (2)			1C15 (1) C15 (2)			1C22(3) 2C 22-3C22(4)			1C25(3) 2C 25-3C25(4)			1C30(3) 2C 30-3C30(4)			1C35(3) 2C 35-3C35(4)		
	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5	470	390	7	540	440	6	570	450	5	590	470	5	640	520	5	685	570	5
> 5a10	460	350	8	490	370	7	520	400	6	540	420	6	590	455	6	635	490	6
>10a16	440	295	9	490	330	8	520	340	7	540	360	7	565	380	7	590	400	7
>16a25	390	245	10	490	290	9	520	310	8	540	320	8	565	345	8	590	370	8
>25a40	390	225	11	440	255	10	460	265	9	490	285	9	515	300	8	540	310	8
>40≥100	330	190	12	360	195	12	380	205	11	410	215	11	450	230	10	490	250	10

	1C40(3) 2C 40-3C40(4)			C43 (5)			1C45(3) 2C 45-3C45(4)			1C50(3) 2C 50-3C50(4)			1C55(3) 2C 55-3C55(4)			1C60(3) 2C 60-3C60(4)		
5	735	610	5	750	630	5	785	650	4	830	660	4	855	690	4	880	725	4
> 5a10	690	530	6	710	550	6	735	570	5	780	610	5	810	635	5	835	645	5
>10a16	640	440	6	660	450	6	685	470	6	740	510	6	765	525	6	785	540	6
>16a25	640	400	7	660	410	7	685	430	6	740	470	6	765	485	6	785	500	6
>25a40	590	345	8	620	355	8	635	370	7	690	400	7	715	415	7	735	430	7
>40a100	540	275	8	570	285	8	590	295	8	640	315	8	665	320	8	685	325	8
>100	540	275	9	570	285	9	590	295	9	640	315	8	665	320	8	685	325	8

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettific.

Prodotti trafilati da laminati ricotti isotermici. Acciai (1)(2)(3)(4)(5).

Dimens.	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB
5a16	1C10(1)	175	1C15(1)	190	1C22(3)	215	1C25(3)	225	1C30(3)	235	1C35(3)	245
>16a40	C10 (2)	165	C15 (2)	180	2C22(4)	205	2C25(4)	215	2C30(4)	225	2C35(4)	235
>40a100		155		170	3C22(4)	195	3C25(4)	205	3C30(4)	215	3C35(4)	235
5a16	1C40(3)	255		265	1C45(3)	270	1C50(3)	280	1C55(3)	285	1C60(3)	290
>16a40	2C40(4)	245	C 43(5)	255	2C45(4)	260	2C50(4)	270	2C55(4)	275	2C60(4)	280
>40a100	3C40(4)	235		245	3C45(4)	250	3C50(4)	260	3C55(4)	265	3C60(4)	270

Prodotti trafilati da laminati normalizzati. Acciai (1)(2)(3)(4)(5).

Qual.	Dimens.	R	Rp	A	Qual.	Dimens.	R	Rp	A	Qual.	Dimens.	R	Rp	A
1C10 (1) C10 (2)	5a10	440÷690	285	12	1C15 (1) C15 (2)	5a10	470÷720	315	12	1C22 (3) 2C22 3C22	5a10	530÷780	350	11
	>10a16	420÷660	265	12		>10a16	450÷700	285	12		>10a16	510÷760	330	11
	>16a25	380÷630	245	13		>16a25	410÷660	265	13		>16a25	470÷720	280	11
	>25a40	370÷620	215	14		>25a40	400÷650	255	13		>25a40	450÷700	260	12
	>40a100	350÷600	205	15		>40a100	380÷630	245	14		>40a100	430÷690	240	12
	>100	320-	195	15		>100	350-	225	14		>100	410-	220	12
1C25 (3) 2C25 3C25 (4)	5a10	570÷820	370	10	1C30 (3) 2C30 3C30 (4)	5a10	610÷860	390	10	1C35 (3) 2C35 3C35 (4)	5a10	650÷900	420	9
	>10a16	550÷800	350	11		>10a16	590÷840	370	11		>10a16	630÷880	390	10
	>16a25	500÷750	300	11		>16a25	540÷790	320	11		>16a25	580÷830	340	10
	>25a40	490÷740	290	12		>25a40	530÷780	310	12		>25a40	570÷820	330	10
	>40a100	460÷720	270	12		>40a100	520÷770	300	12		>40a100	560÷810	320	11
	>100	430-	250	12		>100	460-	230	12		>100	500-	245	12
1C40 (3) 2C40 3C40 (4)	5a10	680÷920	440	9	C 43 (5)	5a10	690÷940	450	9	1C45 (3) 2C45 3C45 (4)	5a10	720÷980	460	8
	>10a16	660÷910	410	9		>10a16	670÷920	430	9		>10a16	700÷950	440	9
	>16a25	610÷860	360	10		>16a25	630÷880	370	10		>16a25	640÷910	375	9
	>25a40	600÷850	350	10		>25a40	620÷870	360	10		>25a40	630÷880	365	9
	>40a100	590÷840	340	11		>40a100	610÷860	350	11		>40a100	620÷870	355	10
	>100	530-	260	11		>100	550-	265	11		>100	560-	275	10
1C50 (3) 2C50 3C50 (4)	5a10	750÷1000	480	8	1C55 (3) 2C55 3C55 (4)	5a10	780÷1030	500	7	1C60 (3) 2C60 3C60 (4)	5a10	810÷1060	510	7
	>10a16	730÷880	460	8		>10a16	760÷1010	470	7		>10a16	790÷1040	490	7
	>16a25	710÷860	410	8		>16a25	700÷950	410	7		>16a25	730÷980	450	7
	>25a40	700÷850	400	8		>25a40	680÷930	400	8		>24a40	720÷970	440	8
	>40a100	690÷840	390	9		>40a100	670÷920	390	8		>40a100	710÷960	420	8
	>100	590-	290	9		>100	620-	300	9		>100	650-	310	9

Prodotti trafilati da laminati bonificati. Acciai (3) (4) (5).

Dimens. nomin. mm	1C22(3) 2C22-3C22(4)			1C25(3) 2C25-3C25(4)			1C30(3) 2C30-3C30(4)			1C35(3) 2C35-3C35(4)			1C40(3) 2c40-3C40(4)		
	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	530÷770	390	9	580÷820	420	8	630÷870	450	8	660÷900	480	8	680÷920	510	7
>10a16	530÷720	380	10	580÷790	410	9	630÷820	440	8	660÷850	470	8	680÷870	500	8
>16a25	490÷690	320	10	520÷720	350	10	570÷780	380	9	620÷820	410	9	650÷850	430	8
>25a40	470÷670	300	11	500÷700	330	10	550÷750	360	10	600÷800	390	9	630÷830	410	9
>40a100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	550÷740	320	10	600÷790	350	9

	C43 (5)			1C45(3) 2C45-3C45(4)			1C50(3) 2C50-3C50(4)			1C55(3) 2C55-3C55(4)			1C60(3) 2C60-3C60(4)		
5a10	680÷920	510	7	680÷920	510	7	780÷1020	570	5	830÷1070	600	5	880÷1120	630	5
>10a16	680÷870	500	7	730÷920	530	7	780÷970	560	6	830÷1020	590	5	880÷1070	620	5
>16a25	650÷850	430	8	670÷870	460	8	720÷920	490	6	770÷970	530	6	820÷1020	560	6
>25a40	630÷830	410	8	650÷850	440	8	700÷900	470	7	750÷950	500	6	800÷1000	530	6
>40a100	600÷790	350	9	630÷820	370	9	650÷840	400	8	700÷890	420	7	750÷940	450	7

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettif.

Prodotti trafilati ricotti. - Pelati rullati da laminati ricotti. Acc.(1)(2)(3)(4)(5).

Dimens.	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB	Qualità	HB
5a25	1C10(1)	140	1C15(1)	155	1C22(3)	180	1C25(3)	190	1C30(3)	200	1C35(3)	215
>25≥100	C10 (2)	135	C15 (2)	150	2-3C22(4	175	2-3C25(4	185	2-3C30(4	195	2-3C35(4	210
5a25	1C40(3)	220	C43 (5)	230	1C45(3)	235	1C50(3)	245	1C55(3)	250	1C60(3)	260
>25≥100	2-3C40(4	205		225	2-3C45(4	230	2-3C50(4	240	2-3C55(4	245	2-3C60(4	255

Prodotti trafilati normalizzati. - Pelati rullati da lamin. norm. Acc.(1)(2)(3)(4)(5).

Dimens.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a16	1C10(1)	340÷490	175	27	1C15(1)	370÷520	205	26	1C22(3) 2C	430÷580	240	24
>16a100	C10 (2)	320÷470	165	28	C15 (2)	350÷500	195	27	22-3C22(4)	410÷560	210	25
5a16	1C25(3) 2C	470÷620	260	22	1C30(3)	510÷660	280	20	1C35(3)	550÷700	300	18
>16a100	25-3C25(4)	440÷590	230	23	2C30(4)	480÷630	250	21	2C35(4)	520÷670	270	19
- 100		- -	-	-	3C30(4)	460÷610	230	21	3C35(4)	500÷650	245	19
5a16	1C40(3)	580÷730	320	16	C43 (5)	590÷740	330	15	1C45(3)	620÷790	340	14
>16a100	2C40(4)	550÷700	290	17		570÷720	300	16	2C45(4)	580÷750	305	16
> 100	3C40(4)	530÷680	260	17		550÷700	265	16	3C45(4)	560÷730	275	16
5a16	1C50(3)	650÷820	355	12	1C55(3)	680÷850	370	11	1C60(3)	710÷880	380	10
>16a100	2C50(4)	610÷780	320	14	2C55(4)	640÷830	330	12	2C60(4)	670÷840	340	11
> 100	3C50(4)	590÷760	290	14	3C55(4)	620÷810	300	12	3C60(4)	650÷620	310	11

Prodotti trafilati bonificati. - Pelati rullati da lamin. bonific. Acc.(1)(2)(3)(4)(5).

Dimens.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a16	1C22(3)	500÷650	340	20	1C25(3)	550÷700	370	19	1C30(3)	600÷750	400	18
>16a40	2C-3C22(4)	470÷620	290	22	2C-3C25(4)	500÷650	320	21	2C-3C30(4)	550÷700	350	20
5a16	1C35(3)	630÷780	430	17	1C40(3)	650÷800	460	16		650÷800	460	15
>16a40	2C35(4)	600÷750	380	19	2C40(4)	630÷780	400	18	C43 (5)	630÷780	400	17
>40a100	3C35(4)	550÷700	320	20	3C40(4)	600÷750	350	19		600÷750	350	18
5a16	1C45(3)	700÷850	490	14	1C50(3)	750÷900	520	13	1C55(3)	800÷950	550	12
>16a40	2C45(4)	650÷800	430	16	2C50(4)	700÷850	460	15	2C55(4)	750÷900	490	14
>40a100	3C45(4)	630÷780	370	17	3C50(4)	650÷800	400	16	3C55(4)	700÷850	420	15
5a16	1C60(3)	850÷1000	580	11								
>16a40	2C60(4)	800÷950	520	13								
-40a100	3C60(4)	750÷900	450	14								

Prodotti pelati rullati da laminati crudi. Acciaio (1)(2)(3)(4)(5).

Dimens.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a16	1C10(1)	330÷530	160	26	1C15(1)	350÷550	185	24	1C22(3)	410÷610	220	23
>16a25	C10 (2)	310÷470	140	26	C15 (2)	330÷530	165	24	2C22(4)	390÷590	190	23
>25a100		310÷470	140	25		330÷350	165	23	3C22(4)	390÷590	190	22
5a16	1C25(3)	450÷650	240	21	1C30(3)	490÷690	260	19	1C35(3)	530÷730	280	17
>16a25	2C25(4)	450÷650	240	21	2C30(4)	490÷690	260	19	2C35(4)	530÷730	260	17
>25a100	3C25(4)	420÷620	210	20	3C30(4)	470÷670	230	18	3C35(4)	510÷710	260	16
5a16	1C40(3)	570÷770	300	15		580÷780	320	14	1C45(3)	600÷800	330	13
>16a25	2C40(4)	570÷770	300	15	C43 (5)	560÷760	290	14	2C45(4)	570÷770	315	13
>25a100	3C40(4)	540÷640	270	14		560÷760	290	13	3C45(4)	570÷770	315	12
5a16	1C50(3)	630÷830	345	12								
>16a25	2C50(4)	600÷800	330	12								
>25a100	3C50(4)	600÷800	310	11								

Tipo di fornitura. Riferim. EN 10233/3

Compos. chim. 2*,2a,2b,2c,2d*,2e,2f,2g*. - Su traf. da lam. non tratt. o da lam.ricotto sub crit. 1*,2*. - Su traf. da lam. ric. isoterm. 1a,2a. - Su traf.da lam.normal. 1b,2b. - Su traf.da lam.bonif.1c,2c. - Su traf.ric. e su pel.rull. da lam.ric. 1d*,2d*. - Su traf.norm. e su pel.ric. da lam.norm. 1e,2e. - Su traf.bonif.e su pel. rull.da lam.bonif. 1f,2f. - Su pel. rull. o rettif. da lam.crudo 1g*,2g*.

Per acc. da tratt. term.(cem.,bonif.,tempra sup.).Tipi con (*)c.s. e per impieghi strutturali.

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettif.

Qualità degli acciai non legati per lavorazioni meccaniche ad alta velocità con asportazione di truciolo, da vergella o da barre lamin. a caldo. Rif. UNI 10233/4

Prodotti trafilati da laminati crudi. Acciai UNI 4838.

Dimen.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a10	CF9S22	500÷ -	410	6	CF9SMn28-32-36. CF9SMnPb28-32-36.	500÷ -	410	6	CF17SMnPb10	570÷ -	440	6
>10a16		480÷740	380	7		480÷740	380	7		550÷800	420	7
>16a25		460÷720	360	8		480÷720	380	8		530÷780	400	8
>25a40		410÷700	340	8		440÷700	340	8		500÷750	370	8
>40		- ÷670	-	9		- ÷670	-	9		- ÷720	-	9
5a10	CF10S20 CF10SPb20	500÷ -	410	8	CF35SMn10 CF35SMnP810	700÷ -	550	6	CF44SMn28 CF44SMnPb28	720÷ -	570	-
>10a16		480÷740	380	9		680÷930	530	6		700÷950	550	-
>16a25		460÷720	360	9		660÷910	510	7		680÷930	520	-
>25a40		440÷700	340	10		640÷890	490	8		660÷910	510	-
>40		- ÷670	-	11		- ÷870	-	9		- ÷890	-	-

Prodotti pelati rullati da laminato crudo. Acciai UNI 4838.

Dimen.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a10	CF9S22	360÷530	230	21	CF9SMn28-32-36. CF9SMnPb28-32-36.	380÷570	240	19	CF17SMnPb10	470÷640	290	18
>10a16		360÷530	220	21		380÷570	230	19		470÷640	290	18
>16a25		360÷530	220	21		370÷540	230	18		450÷620	270	17
>25a40		360÷530	210	21		370÷540	220	17		450÷620	270	16
>40		350÷500	200	20		360÷520	210	17		440÷610	260	16
5a10	CF10S20 CF10SPb20	360÷530	230	21	CF35SMn10 CF35SMnPb10	620÷780	420	13	CF44SMn28 CF44SMnPb28	640÷820	440	12
>10a16		360÷530	220	21		590÷750	400	13		620÷800	480	12
>16a25		360÷530	220	20		570÷730	380	12		600÷780	420	12
>25a40		360÷530	210	19		570÷730	380	12		580÷760	420	11
>40		350÷520	200	19		550÷720	370	12		- ÷760	410	11

Prodotti trafilati da laminati normalizzati o ricotti lavorabili. Acciai UNI 4838

Dimen.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a10	CF9S22	460÷ -	360	7	CF9SMn28-32-36. CF9SMnPb28-32-36.	480÷ -	390	7	CF17SMnPb10	550÷ -	420	7
>10a16		420÷690	330	8		460÷740	360	8		530÷780	400	8
>16a25		400÷670	310	9		440÷720	340	9		510÷760	380	9
>25a40		370÷650	290	9		420÷700	320	9		480÷730	350	9
>40		- ÷620	-	10		- ÷670	-	10		- ÷700	-	10
5a10	CF10S20 CF10SPb20	480÷ -	390	9	CF35SMn10 CF35SMnPb10	680÷ -	530	7	CF44SMn28 CF44SMnPb28	700÷ -	550	-
>10a16		460÷740	360	10		660÷930	510	7		680÷950	530	-
>16a25		440÷720	340	10		640÷910	490	8		660÷930	510	-
>25a40		420÷700	320	11		620÷890	450	8		640÷910	470	-
>40		- ÷670	-	12		- ÷670	-	9		- ÷890	-	-

Prodotti trafilati normalizzati. - Trafilati ricotti lavorabili. - Pelati rullati da laminati normalizzati o ricotti lavorabili. Acciai UNI 4838.

Dimen.	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A	Qualità	R	Rp	A
5a16	CF9S22	370÷470	220	25	CF9SMn28-32-36. CF9SMnPb28-32-36.	380÷490	230	23	CF17SMnPb10	440÷560	270	22
>16a25		370÷470	210	25		380÷490	220	22		440÷560	270	21
>25a40		370÷470	200	24		380÷490	220	22		440÷560	270	21
>40		350÷360	190	24		370÷480	210	21		430÷550	260	20
5a10	CF10S20 CF10SPb20	370÷470	220	25	CF35SMn10 CF35SMnPb10	640÷750	390	16	CF44SMn28 CF44SMnPb28	660÷840	450	13
>10a16		370÷470	220	25		640÷750	380	16		660÷840	450	13
>16a40		370÷470	210	24		640÷750	360	16		660÷840	440	13
>40		350÷450	200	23		600÷710	350	15		630÷780	430	12

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettific.

Prodotti trafilati da laminato bonificato Acciai UNI 4838

Dimen. nomin.	CF35SMn10 CF35SMnPb10			CF44SMn28 CF44SMnPb28		
mm	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	780÷ -	600	6	840÷ -	640	-
>10a16	760÷1030	580	6	820÷1150	620	-
>16a25	740÷1010	560	7	800÷1130	600	-
>25a40	740÷980	560	8	790÷1100	600	-
>40	730÷960	540	9			

Prodotti bonificati pelati rullati e prodotti trafilati bonificati. Acc. UNI 4838

Dimen. nomin.	CF35SMn10 CF35SMnPb10			CF44SMn28 CF44SMnPb28		
mm	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	780÷930	580	9	840÷1070	650	8
-10a16	760÷910	570	12	820÷1050	640	9
-16a40	740÷980	550	12	800÷1030	600	9
-40	730÷860	530	12	790÷1020	580	10

Tipo di fornitura. Rif. UNI 10233/4
Composizione chimica 2,2a,2b,2c,2d,2e.
- Su trafilato da laminato crudo 1,2.
- Su pelato rullato da lam. crudo e su pelato rull. rettif. da lam. crudo 1a, 2a.
- Su trafilato da lamin. normalizzato o ricotto lavorabile 1b, 2b.
- Su traf. norm. o ric. lavor. e su pel. rull. da lam. norm. o ric. lav. 1c, 2c.
- Su traf. da alminato bonificato 1d, 2d
- Su trafilato pelato rullato e su trafilato bonificato 1e, 2e.

Qualità degli acciai legati da costruzione meccanica derivate da vergella o da prodotti in barre laminati a caldo di acciaio legato. Rif. UNI 10233/5.

Prodotti trafilati da laminati ricotti isotermici (RI) e da laminati ricotti lavorabili (RL). - Prodotti trafilati ricotti isotermici (RI) o lavorabili (RL). - Prodotti pelati rullati da laminati (RI) o (RL). Acciaio UNI 7846.

Dimen.	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB	RL(A)RI HB	RL(B)RI HB
	16MnCr5		20MnCr5		18CrMo4		12NiCr3					
5a10	260	255	210	145÷210	270	265	225	150÷210	260	255	210	145÷210	245	245	182	135-203
>10a16	250	245	210	145÷210	260	255	225	150÷210	250	245	210	145÷210	235	235	182	135-203
>16a40	245	240	207	140÷207	255	250	220	150÷207	245	240	207	140÷207	230	230	179	131-200
>40a100	240	235	207	140÷207	250	245	220	150÷207	240	235	207	140÷207	230	230	179	131-200
	16CrNi4		20CrNi4		16NiCrMo2		20NiCrMo2					
5a10	270	260	228	145÷210	275	265	240	155÷210	265	240	218	140÷185	270	255	228	150-197
>10a16	260	250	228	145÷210	265	255	240	155÷210	255	230	218	140÷185	260	245	228	150-197
>16a40	255	245	225	145÷207	260	250	235	155÷207	250	225	215	140÷179	255	240	225	150-194
>40a100	255	240	225	145÷207	255	245	235	155÷207	245	220	215	140÷179	255	235	225	150-194
	18NiCrMo5		18NiCrMo7		16NiCrMo12							
5a10	275	260	240	150÷210	275	265	240	150÷210	295	290	255	190÷240				
>10a16	265	250	240	150÷210	265	255	240	150÷210	285	280	255	190÷240				
>16a40	260	245	235	150÷207	260	250	235	150÷207	280	275	250	190÷237				
>40a100	255	240	235	150÷207	255	245	235	150÷207	275	270	250	190÷237				

(A)Prodotto trafilato da lamin.ricotto (B) Prod. trafilato ricotto o ricotto pelato rullato.

Prodotti trafilati da laminati ricotti isotermici. - Trafilati ricotti isotermici. Pelati rullati da laminati ricotti isotermici. Acciai UNI EN 10083/1.

Qualità	28Mn6		38Cr2		46Cr2		34Cr4		37Cr4		41Cr4		51CrV4		25CrMo4		34CrMo4	
Dimens.	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°
5a10	275	227	270	212	285	227	285	227	290	240	295	245	308	253	270	215	290	227
>10a16	265	227	260	212	275	227	275	227	280	240	285	245	298	253	260	215	280	227
>16a40	260	223	255	207	270	223	270	223	275	235	280	241	293	248	255	212	275	223
>40a100	255	223	250	207	265	223	265	223	270	235	270	241	288	248	250	212	270	223

Qualità	42CrMo4		50CrMo4		36CrNiMo4		34CrNiMo6		30CrNiMo8		36NiCrMo16	
Dimens.	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°	HB•	HB°
5a10	300	245	308	252	308	252	308	252	308	252	320	273
>10a16	290	245	298	252	298	252	298	252	298	252	310	273
>16a40	285	241	293	248	293	248	293	298	293	248	305	269
>40a100	280	241	288	248	288	248	288	248	288	248	300	269

• Trafilato da lamin. ricotto
° Trafilato ricotto o ricotto pelato rullato.

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettific.

Prodotti trafilati bonificati. - Bonificati e pelati rullati. Acciaio UNI EN 10083/1.

Qualità	28Mn6			38Cr2			46Cr2			34Cr4			37Cr4		
Dimens.	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a16	800÷950	590	13	800÷950	550	14	900÷1100	650	12	900÷1100	700	12	950÷1150	750	11
>16a25	700÷870	490	15	700÷850	490	15	800÷950	550	14	800÷950	590	14	850÷1000	630	13
>25a40	700÷850	49à	15	700÷850	490	15	800÷950	550	14	800÷950	590	14	850÷1000	630	13
>40a100	650÷800	440	16	600÷750	350	17	650÷800	400	15	700÷850	460	15	750÷900	510	14

Qualità	41Cr4			51CrV4			25CrMo4			34CrMo4		
Dimens.	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a16	1000÷1200	800	11	1100÷1300	900	9	900÷1100	700	12	1000÷1200	800	11
>16a40	900÷1100	660	12	1000÷1200	800	10	800÷950	600	14	900÷1100	650	12
>40a100	800÷950	560	14	900÷1100	700	12	700÷850	450	15	800÷950	550	14

Qualità	42CrMo4			50CrMo4			36CrNiMo4			34CrNiMo6		
5a16	1000÷1300	900	10	1100÷1300	900	9	1100÷1300	900	10	1200÷1400	1000	9
>16a40	1000÷1200	750	11	1000÷1200	780	10	1000÷1200	800	11	1100÷1300	900	10
>40a100	900÷1100	650	12	900÷1100	700	12	900÷110	700	12	1000÷1200	800	11

Qualità	30CrNiMo8			36CrNiMo16		
5a16	1250÷1450	1050	9	1250-1450	1050	9
>16a40	1250÷1450	1050	9	1250-1450	1050	9
>40a100	1100÷1300	900	10	1100-1300	900	10

Prodotti trafilati da laminati bonificati. Acciai UNI EN 10083/1

Qualità	28Mn6			38Cr2			46Cr2			34Cr2			37Cr4		
Dimens.	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	830÷1070	640	8	830÷1070	600	8	930÷1220	700	7	930÷1220	750	7	980÷1270	800	7
>10a16	830÷1050	620	8	830÷1050	580	9	930÷1200	680	7	930÷1200	730	7	980÷1250	780	7
>16a25	720÷950	520	8	720÷950	520	9	820÷1050	570	8	820÷1050	620	7	870÷1100	660	8
>25a40	700÷930	490	9	700÷930	490	8	800÷1030	550	8	800÷1030	590	8	850÷1080	630	8
>40a100	650÷880	440	10	600÷830	350	10	850÷980	400	9	700÷930	460	9	750÷980	510	9

Qualità	41Cr4			51CrV4			25CrMo4			34CrMo4			42CrMo4		
Dimens.	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	1030÷1320	950	6	1130÷1420	950	5	930÷1220	750	8	1030÷1320	850	7	1130÷1420	950	6
>10a16	1030÷1300	830	6	1130÷1400	930	5	930÷1200	730	8	1030÷1300	830	7	1130÷1400	930	6
>16a25	920÷1200	690	7	1020÷1300	830	6	820÷1050	630	9	920÷1200	680	7	1020÷1300	770	7
>25a40	900÷1180	660	8	1000÷1280	800	6	800÷1030	600	9	900÷1180	650	8	1000÷1280	750	7
>40a100	800÷1030	560	8	900÷1180	700	7	690÷930	500	9	800÷1030	550	9	900÷1180	650	8

Qualità	50CrMo4			36CrNiMo4			34CrNiMo6			30CrNuMo8-36NiCrMo16		
Dimens.	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A	R	Rp	A
5a10	1130÷1420	950	5	1130÷1420	950	6	1230÷1520	1050	5	1280÷1570	1100	5
>10a16	1130÷1400	930	5	1130÷1400	930	6	1230÷1500	1030	5	1280÷1550	1080	5
>16a25	1020÷1300	800	6	1020÷1300	830	7	1120÷1400	930	6	1270÷1540	1080	5
>25a40	1000÷1280	780	6	1000÷1280	800	7	1100÷1380	900	6	1250÷1530	1050	5
>40a100	900÷1180	700	8	900÷1180	700	8	1000÷1280	800	7	1100÷1380	900	6

Tipo di fornitura. Rif. UNI 10233/5.
Compos. chimica 2,2a,2b,2c,2d,2e,2f,2g.
- Su traf. da lam. RL (UNI 7846) 1, 2.
- Su traf. da lam. RI (UNI 7846 1a, 2a.
- Su traf. ric.RL e su pel. rull. da lam. RL (UNI 7846) 1b, 2b.
- Su traf. ric.RI e su pel. rull. da lam. RI (UNI 7846) 1c, 2c.
- Su traf. da lam. ric.(EN 10083/1) 1d,2d
- Su traf. ric. e su pel. rull. da lam. ricotto (EN 10083/1) 1e, 2e.
- Su traf.bonif.e su bonif.pel.rull.1f,2f
- Su trafilato da lamin. bonificato 1g,2g

segue

segue: Prodotti di acciaio in barre traf. pelati rull. rettific.

Qualità degli acciai inossidabili. Rif. UNI 10233/6

Dimen. nomin. mm	Acciai inox austenitici: acc. UNI 6901	(1) R N/mm²	(1) Rp N/mm²	(1) A %	(2) R N/mm²	(2) Rp N/mm²	(2) A %	Acciai inox martensitici: acc. UNI 6901	(5)(6) HB max	(7) R N/mm²	(7) Rp N/mm²	(7) A %	(8) R N/mm²	(8) Rp N/mm²	(8) A %
10	X 10 CrNi 1809	750÷ -	490	-	490÷735	215	40	X12 Cr13	255	730÷970	560	8	665÷885	490	14
>10a16		730÷950	460	-	490÷735	215	40		250	710÷950	540	8	665÷885	490	14
>16a25		710÷930	420	-	490÷735	215	40		240÷212	690÷940	530	8	665÷885	490	14
>25a40		690÷910	380	-	490÷735	215	40		240	212	680÷930	510	9	665÷885	490	10
>40		- ÷870	-	-	490÷735	215	35		230	212	665÷920	490	9	665÷885	490	13
10	X 10 CrNi 1809	740÷ -	480	15	490÷735	215	40	x 12 CrS 13	255	212	730÷970	560	-	665÷885	490	14
>10a16		720÷940	450	20	490÷735	215	40		250	212	710÷950	540	-	665÷885	490	14
>16a25		710÷930	420	20	490÷735	215	40		240	212	690÷940	530	-	665÷885	490	14
>25a40		680÷900	370	25	490÷735	215	40		240	212	680÷930	510	-	665÷885	490	14
>40		- ÷850	-	25	490÷735	215	35		230	212	665÷920	490	-	665÷885	490	13
10	(3)	700÷ -	440	15	490÷700	205	40	X 20 Cr13	275	229	800÷1020	610	7	735÷930	540	13
>10a16		680÷900	410	20	490÷700	205	40		270	229	780÷1000	590	7	735÷930	540	13
>16a25		660÷880	370	20	490÷700	205	40		260	229	770÷990	580	8	735÷930	540	13
>25a40		630÷850	320	25	490÷700	205	40		260	229	750÷990	560	8	735÷930	540	13
>40		- ÷810	-	25	490÷700	205	35		250	229	735÷970	540	9	735÷930	540	12
10	(4)	670÷ -	410	18	440÷685	195	40	X 30 Cr13	295	241	850÷1070	660	7	785÷980	590	12
>10a16		650÷870	390	22	440÷685	195	40		285	241	830÷1050	640	7	785÷980	590	12
>16a25		630÷850	360	22	440÷685	195	40		285	241	820÷1040	630	7	785÷980	590	12
>25a40		610÷830	300	25	440÷685	195	40		275	241	800÷1040	610	8	785÷980	590	12
>40		- ÷790	-	28	440÷685	195	35		265	241	785÷1020	590	8	785÷980	590	11
Acciai inox ferritici															
10	X 8 Cr17	540÷760	320	9	440÷640	245	20								
>10a16		530÷750	300	9	440÷640	245	20								
>16a25		520÷740	275	10	440÷640	245	20								
>25a40		510÷730	250	11	440÷640	245	20								
>40		- ÷690	-	12	440÷640	245	18								
10	X 8 CrMo 17	560÷780	350	8	470÷665	260	19								
>10a16		550÷770	340	9	470÷665	260	19								
>16a25		540÷760	330	9	470÷665	260	19								
>25a40		520÷740	310	10	470÷665	260	19								
>40		- ÷720	-	11	470÷665	260	18								
10	X10 Cr S 17	560÷780	350	-	470÷665	260	17								
>10a16		560÷770	340	-	470÷665	260	17								
>16a25		540÷760	330	-	470÷665	260	17								
>25a40		520÷740	310	-	470÷665	260	18								
>40		- ÷720	-	-	470÷665	260	15								

(1) Prodot. traf.da lam. solub. (2) Prod. trafil.solubil.e solub.pel. (3) X5CrNi18-X5CrNiMO17-X5CrNiTi1811-X6 CrNiMoTi 1718. (4) X2CrNi18 11-X2CrNiMo17 12- (5) Prod. traf.da lam.ric.lav. (6) Prod.pel.rull.da lam.ric. (7) Prod.traf. da lam.bonif. (8) Prod. traf. bonif. e prod. bonif. pelati.

Tipo di fornitura acc. Rif. UNI 10233/6

Composizione chimica 2, 2a.
- Su traf. da lam. solubilizzato 1, 2.
- Su traf. solub.e su solub. pel. 1a, 2a.

Acc.inox(martens.) Comp.chim. 2,2a,2b,2c.
- Su trafilato da laminato ricotto 1, 2.
- Su pel. rull. da lam. ricotto 1a, 2a.
- Su trafilato da lam. bonificato 1b,2b.
- Su trafilato bon. e su bon. pel. 1c,2c.

Acc. inox (ferritico) Comp. chim. 2, 2a.
- Su trafilati ricristallizzato 1, 2.
- Su traf. ricrist. e su pel. rullato da laminato ricristallizzato 1a, 2a.

Lunghezze: (valevoli per tutti i prodotti delle UNI 10233) Di regola in barre di lunghezza commerciale da 3000 a 7000 mm.
A richiesta:
Tipo di lungh. indicaz. nella designaz.

commerciale	nessuna
corte	3000/4000 mm
lunghe	6000/7000 mm
fisse	specific. la lungh. in mm.

Esempi di designazione (nome del prodotto e tipo di lav., norma, dimensione, toll., qual. acciaio, trattam.,tipo di fornitura lunghezza)

Tondo trafil. UNI 10233/3-8-h10-S275JR-2.
Tondo rettificato UNI 10233/3-15-h8-3C60-3000/4000.
Tondo pelato rullato UNI 10233/4-75-h10-CF10SPb20-bonificato-2e-4500.
Esagono trafilato UNI 10233/4- 12- h11-CF9Mn28-normalizzato-1b.
Tondo rettificato UNI 10233/5- 20 h7 - 16CrNi4-2a-5000+15/-0.
Largo piatto traf. UNI 10233/6-10x180-h11-X8Cr17-ricristallizzato-1.
Piatto traf. UNI 10233/6-30x8-h10-X10CrNi 1809-solubilizzato-2a-6000/7000.
Acciai rapidi, da utensili, per molle per cuscinetti: UNI 10233/7 (in preparazione)

Fili trafilati di acciaio non legato per molle

Per molle soggette o non a tratt. term. di distensione (ricottura). Classificazione:
Fili di classe A (bassa resist. soll. prev. stat. limit.).
Fili di classe B (medie resist. soll. prevalent. statiche)
Fili di classe C (alta resist. sollecit. alte e a fatica).
Fili di classe D (altiss. resist. soll. elev. e a fatica).

d mm	Res. (N/mm²) classe: A	B	C	D	d mm	Res. (N/mm²) classe: A	B	C	D	d mm	Res. (N/mm²) cl. A	B	C
0,1	-	-	2550/2850	2700/3050	1,1					3,5			
0,12			2500/2800		1,2	1670/1970	1860/2160	2110/2360	2260/2510	3,7		1570/1820	
0,15					1,3					3,8			1770/1970
0,2					1,4					4	1320/1570		
0,25		2160/2460		2550/2900	1,5					4,2		1520/1770	
0,3					1,6	1570/1870	1770/2070		2160/2410	4,5		1470/1720	1670/1870
0,35		2110/2410			1,7					5			
0,4	1860/2160		2350/2850		1,8					5,5			
0,45					1,9			1960/2130		6		1370/1570	1520/1720
0,5				2550/2850	2					6,5	1180/1380		
0,55		2060/2360			2,1					7			
0,6					2,2	1470/1770	1720/1970			7,5		1280/1480	1470/1670
0,65					2,3					8			
0,7	1770/2070	1960/2260			2,4					8,5			
0,75					2,5				-	9			1370/1520
0,8			2160/2460	2350/2650	2,6					9,5		1180/1330	
0,85					2,7	1370/1670	1570/1820	1770/1970		10			
0,9					2,8					10,5			
1	1670/1970	1910/2210			2,9					11			1280/1430
					3					12		1130/1280	
					3,2	1320/1570				13			
					3,4								

diam. d	toll±	diam. d	toll±
0,1 -0,3	0,010	3,7 - 5	0,035
0,35-0,7	0,015	5,5 - 7	0,040
0,75-1,4	0,020	7,5 -10	0,050
1,5 -1,8	0,025	10,5-13	0,060
1,9 -3,5	0,030	-	-

Mater. classi A-B a scelta del produtt. C-D vergella di classe 3CD UNI 5598.
Fili di classe A-B-C (Ø 0,25-0,5) prova di avvolg. di 8 spire, su mandr. Ø 1mm.
Toll. circol. = 50 % della toll. sul Ø.
Es. designaz. filo classe C diam. 3 mm:
Filo UNI 3823 - C3

Tondi e vergella di acciaio laminato a caldo per molle

Mater. scelto tra gli acc. legati per molle UNI 3545. Forniti, di regola, grezzi di lamin. in barre (tondi) lungh. comm.o fissa (a richiesta) oppure in rotoli (verg.Ø ≤ 40mm)
Sez. (mm²) = π·r²; massa (kg/m) = sez.· 0,0785. Dati di calcolo
Jx (mm⁴) = 0,0491 d ; Jp (mm⁴) = 2Jx; Wf (mm³) = 0,0982 d³
Wt (mm²) = 2Wf; Toll. su d = ± 0,2 (5,5÷15) ± 0,25(15,5÷25) ± 0,3 (26÷35) ± 0,4 (35÷50) ± 0,5 (52-60).

d =	7	9	11	13	15	17	19	22	26	30	34	38	42	46	54
5,5	7,5	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	19,5	23	27	31	35	39	43	48	56
6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	50	58
6,5	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5	21	25	29	33	37	41	45	52	60

Toll. ovaliz.=75% della toll.di d
Rett. q ≤ 0,003L (d 40÷60) Esempi di des. Tondo d = 18 mm, qualità 60 Si 7: Tondo UNI 3871-20-60Si7.
Vergella d = 8 mm, qualità 55Cr3: Vergella UNI 3871 - 8 - 55 Cr 3.

Prodotti di acciaio laminati a caldo

Tondi di uso generale
Es. design. per d = 16 mm:
*Tondo UNI EU 60 - 16 **

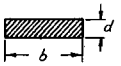
d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±
8		17•		23•		30		38		52		70		100	1,3	160•	2
10		18		24	0,5	32	0,6	40		53•		75	1	110		170•	
12	0,4	19•	0,5	25		34•		42	0,8	55	1	80		120		180•	
14		20		26•		35		45		60		85•		130•	2	190•	2,5
15•		21•		27	0,6	36•	0,8	47•		63•		90	1,3	140		200	
16	0,5	22		28		37•		50		65		95•		150		–	

Esagoni di uso generale
Es. des. per d = 14 mm:
*Esagono UNI 7061 - 14 **

Quadri di uso generale
Es. des. per d = 8 mm:
*Quadro UNI EU 59 - 8 **

d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±
9		14	0,4	22	0,5	32	0,6	42	0,8	67	
10		15		24		34		47		72	1
11	0,4	16		26		36		52		78	
12		18	0,5	28	0,6	38	0,8	57	1	83	
13		20		30		40		62		–	

d	±	d	±	d	±	d	±	d	±	d	±
8		16		30		50	0,8	90	1,3
10		18		32•	0,6	55•		100	
12	0,4	20	0,5	35		60	1	120	1,5
13°		22		40	0,8	70		–	
14		25		45•		80		–	



Piatti di uso generale
Es. des. b = 30, d = 8:
*Piatto UNI EU 58 30 x 8**

b	±	d 0,5							d 1			d 1,5
20		5	6	8	10	12	15					
25	0,75	5	6	8	10	12	15					
30		5	6	8	10	12	15	20				
35		5	6	8	10	12	15	20				
40		5	6	8	10	12	15	20	25	30		
45		5	6	8	10	12	15	20	25	30		
50	1	5	6	8	10	12	15	20	25	30		
60		5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	
70		5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	
80		5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50
90	1,5	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50
100		5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50
120	2	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50
150	2,5	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50

** Aggiungere il materiale da scegliere tra EN 10025, 10083/1, UNI 4838, 7846, 7847, 8077, 6901.*

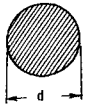
Lunghezza delle barre L: commerciale (da 3 a 6 m) oppure fissa a richiesta. •usare solo per eccez.

Tolleranze geometriche

dimensione	d=40a80	d>80	sz.<1000	sz.≥1000	d≥39,5a83	d>83≤103
tondi, quadri q	≤0,004L	≤0,0025L	–	–	–	–
piatti (piano b) q	–	–	≤0,004 L	≤0,0025L	–	–
esagoni q	–	–	–	–	≤0,004 L	≤0,0025L

Toll. sulla lungh. correnti ± 100 ristrette ±50, ±25, ±10. Per accordi all'ordine: tutte al disopra o al disotto della dim. nom.

Tondi e vergella di acc. spec. lam. a caldo in barre e in rotoli



Esempio designazione, tondo d=8 mm: Tondo UNI 7620-8
Materiali: acciai legati e non EN 10083/1, UNI 7846 7847, 8077, 4838, 3097. Questa norma non si applica ai tondi UNI-EU 60, UNI 7356, 3992, 6901, 3871 ne alla presente norma se forniti allo stato bonificato.

d	Scostam. gr.tol.± A	Scostam. gr.tol.± B°	d	Scostam. gr.tol.± A	Scostam. gr.tol.± B°	d	Scostam. gr.tol.± A	Scostam. gr.tol.± B°	d	Scostam. gr.tol.± A	Scostam. gr.tol.± B°	d	Scostam. gr.tol.± A
5,5			14			27			52			105	
6			14,5			28			55			110	
6,5			15			29	0,5	0,3	58		0,7	115	1,4
7			15,5		0,25	30			60			120	
7,5		0,2	16			32			62	0,9		125	
8	0,3		16,5			34		0,4	63			130	
8,5			17	0,4		35			65			140	1,8
9			17,5			36	0,6		68			150	
9,5			18			37		0,5	70			160	
10			19			38			73			170	
10,5			20			40			75			180	
11			21			42			78	1		190	2,3
11,5			22		0,3	44			80			200	
12		0,25	23			45	0,7	0,6	85			220	
12,5	0,4		24			47			90			–	
13			25	0,5		48			95	1,2		–	–
13,5			26			50			100			–	

Tolleranze geometriche
Rettilineità normale q:su 1 m ≤4 mm, sulla lungh. L ≤4 mmxL(mm):1000.
Rettilin. ristretta q:su 1 m ≤2 mm, sulla lungh. L ≤2 mmxL(mm):1000.
Lunghezza delle barre L: commerciale (da 3 a 6 m) o fissa da concord.
Scostam.:per L ≤6m +100/0, per L >6m +100 aument. di 10 mm per metro ecced. 6 m, scost. inf. nullo. A richiesta: Tondi (d ≤40) in rotoli.
° Se preferito il grado B (d =5,5÷60) aggiungerlo alla designazione.

Tondi di acciaio laminati per cemento armato non precompresso (rif. UNI 6407)

Caratteristiche meccaniche e tecnologiche - Composizione chimica

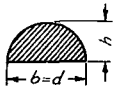
Qualità di acciaio	Re N/mm²	Rm N/mm²	A	Prova pieg. Ø d	D	Comp. chim. % su prodotto C	P	S	N	Ceq
Fe B 250 °	250	420	24	tutti	3d	–	–	–	–	–
Fe B 400 °°	400	440	14	12	5d	–	–	–	–	–
				12 18	6d					
Fe B 400 S°°				18 25	8d	0,24	0,055	0,055	0,018	0,24
				25 50	10d					
Fe B 500 °°	500	550	12	12	6d	–	–	–	–	–
				12 18	8d					
Fe B 500 S°°				18 25	10d	0,24	0,055	0,055	0,018	0,24
				25 50	12d					

Diam.barre	6	8	10	12	14	16	20	25	28	32	36	40	50•
Alt. nerv.	,39	,52	,65	,78	,91	1,04	1,3	1,63	1,82	2,08	2,34	2,6	3,25

• solo nervato. Lunghezze da 11 a 14 m. S = garanzia di saldabilità.
° superf. liscia, °° nervata. Es. design. Tondo UNI 6407 - Fe 400 S .

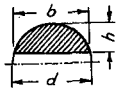
Prodotti di acciaio laminati a caldo

Barre semitonde



Esempio design. b=20, h=10:
Semitondo
UNI 6630 20X10

Barre semitonde appiattite



Esempio design. b=25, h=8:
Semitondo appiattito
UNI 6630 25x8

Il materiale é di solito, scelto tra gli acciai EN 10025

Design. bxh	b nom.	b toll	h nom.	h toll	sez. cm	Design. bxh	b nom.	b toll	h nom.	h toll	sez. cm
16x8	16	±1	8	±0,5	1,01	16x3	16	±1	3	±0,5	0,329
20x10	20		10		1,57	20x6,5	20		6,5		0,936
50x25	50	±1,2	25	±1,2	9,81	25x8	25		8		1,44
60x30	60		30		14,1	33x8	33		8		1,84
75x37,5	75	±1,5	37,5	±1,5	22,1	35x10	35		10		2,48

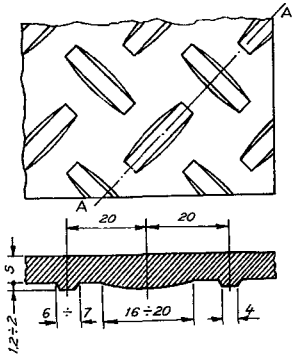
Le barre sono, di regola, fornite in lungh. commerc., oppure in lunghezza fissa, secondo richiesta specificata nella designazione.

In questo caso le tolleranze sulla lunghezza L sono le seguenti: L fino a 12 m ± 100 mm, oltre 12m ± 150 mm. b ≥ 40 mm: q ≤ 0,004 di L

Prodotti piatti d'acciaio laminati a caldo

Lamiere bugnate

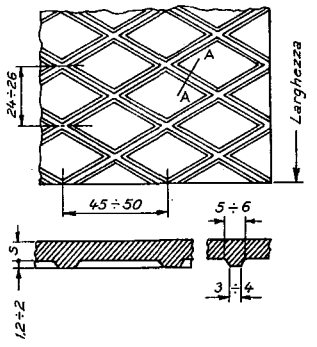
Esempio designazione
Lam. bugn. UNI 4630 6x1000x2000



Sez. A-A

Lamiere striate

Esempio designazione
Lam. str. UNI 3151 5x1250x2500



Sez. A-A

Spessori s = 3-4-5-6-7-8-10 - 12. Formati 1000x2000 (s = 3 ÷ 12). 1250x2500 (s = 4 ÷ 12), 1500x3000 (s = 6 ÷ 12). A richiesta: s > 12 e formati 1000x3000 per s > 6 mm. Materiale: acciaio Fe 320,Fe 330B

Fe 360B UNI EN 10025. Tolleranze dimens.: spess. (fuori bugnatura) - 0,4 mm (scostamento superiore limitato dalla tolleranza sulla massa), larghezza 0/+15, lunghezza 0/+20.

Vergella di acciaio non legato di uso gener. per trafilatura

Prodotto finito laminato ed avvolto a caldo. La sezione può essere tonda, ovale, quadrata, esagonale, ottogonale, semi tonda, rettangolare o di altra forma. Dimens. e toller. di questa norma sono per la sez. tonda. Altre forme da concordare col fornitore. Esempio di designazione, vergella tonda, diametro 10 mm, qualità 3 CD 25:
Vergella tonda UNI 5598-10-3CD25

Dimensioni e tolleranze

d	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	scostam.
sez.	19,63	23,76	28,27	33,18	38,48	44,14	50,26	56,74	63,62	lim. su d
d	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	d 5-8,5
sez.	70,88	78,54	86,59	95,03	103,9	113,1	122,7	132,7	143,1	±0,3
d	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	d 9-15
sez.	153,9	165,1	176,7	188,7	201,1	213,8	227,0	240,5	254,5	±0,4
d	18,5	19	19,5	20	21	22	23	24	25	d15,5-25
sez.	268,8	283,5	286,6	314,1	346,3	380,1	415,5	452,4	490,9	±0,5
d	26	27	28	29	30	-	-	-	-	d26-30
sez.	530,9	572,6	615,7	660,5	706,9	-	-	-	-	±0,6

Qualità degli acciai in base alla compos. chim. di colata

Vergella di classe *

	Qualità	C (1)	Si (2)	Mn
3CD	5 (3)	≤0,06	-	0,25-0,50
	6 (3)	≤0,08	-	0,25-0,50
	8 (3)	≤0,10	-	0,25-0,60
	12 (3)	0,08-<0,13	-	0,30-0,60
	15	0,13-<0,18	≤0,35	0,30-0,60
	20	0,18-<0,23	≤0,35(4)	0,40-0,70
		P e S max 0,035 - N max 0,007		
3CD	25	0,23-<0,28	0,15-0,35	0,40-0,70
	30	0,28-<0,33		
	35	0,33-<0,38		
3CD	40	0,38-<0,43	0,15-0,35	0,40-0,70 (5)
	45	0,43-<0,48		
	50	0,48-<0,53		
	55	0,53-<0,58		
	60	0,58-<0,63		
	65	0,63-<0,68		
	70	0,68-<0,73		
	75	0,73-<0,78		
	80	0,78-<0,83		
	85	0,83-<0,88		
	90	0,88-<0,93		
	95	0,93-<0,98		
		P e S max 0,035 - N max 0,008		

Vergella commerciale

	Qualità	C	Si (2)	Mn
	10 (6)	≤0,12	-	0,25-0,60
1CD	15	0,12-0,19	≤0,35	0,30-0,60
	20	0,17-0,24	≤0,35(4)	0,40-0,70
1CD	25	0,22-0,29	0,15-0,35	0,40-0,70
	30	0,27-0,34		
	35	0,32-0,39		
	40	0,37-0,44		
	45	0,42-0,49		
	50	0,47-0,54		
		P e S max 0,050		

Esame mediante torsione alternata

Tipo di vergella	Numero di torsioni — diametro o dimensione: fino a 8	>8 a 10	>10 a 14
C < 0,33%	5	4	3
C 0,33a<0,63%	4	-	-

* Con la vergella di classe vengono fabbricati i fili per molle delle classi C e D della UNI 3823

(1) A richiesta intervalli di valori % di C diversi ma di uguale ampiezza il cui valore medio cade all'interno di quelli in tabella.

(2) A richiesta, Si < dello 0,15% (ma > dello 0,05%) qualora si aggiungano altri elementi disossidanti.

(3) A richiesta, forniti calmati.

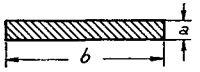
(4) Fornito calmato o semicalmato.

(5) A richiesta, intervallo di valori % diversi ma di uguale ampiezza il cui valore max non superi l'1%.

(6) Qualità di base. A richiesta può essere fornito calmato.

Massa lineica(kg/m)=sez.·0,00785.

Prodotti di acciaio laminati a caldo



- Larghi piatti di uso generale - Le dimensioni devono essere concordate all'ordinazione, possibilmente con spessore compreso fra quelli previsti nelle tabelle di tolleranza. Il materiale é di regola scelto tra gli acc. EN 10025

Esempio designazione, largo piatto avente: a = 5 mm, b = 220 mm, lungh. 3000 mm, acciaio Fe 360 D: Largo piatto UNI EU 91 - 5 x 220x 3000 - Fe 360 D EN 10025.

Tolleranza dei larghi piatti laminati a caldo (Rif. UNI EU 91). Prescrizioni per larghi piatti in acciaio legato, non legato, inox, con Re minimo fino a 700 N/mm². Con Re maggiore, toll.da concord. Larghezza ± 2% della largh. nom. Valori più ristretti da concord.

- Tolleranze sullo spessore -

Spessore nomin. a	Tipo I asimmetrico	Tipo II simmetrico
≥ 4 < 10	- 0,4 + 0,6	- 0,5 + 0,5
≥ 10 < 20	- 0,4 + 0,8	- 0,6 + 0,6
≥ 20 < 25	- 0,5 + 0,9	- 0,7 + 0,7
≥ 25 < 30	- 0,6 + 1,0	- 0,8 + 0,8
≥ 30 < 40	- 0,7 + 1,1	- 0,9 + 0,9
≥ 40 < 50	- 0,9 + 1,1	- 1,0 + 1,0
≥ 50 < 60	- 1,0 + 1,2	- 1,1 + 1,1
≥ 60 < 80	- 1,0 + 1,6	- 1,3 + 1,3
≥ 80	- 1,0 + 3,0	- 2,0 + 2,0

Toller. sulla differenza di spessore nella sezione trasversale. (figure 1 e 2)

Largh. nom. b	diff. spess. (a-d)
> 150 ≤ 500	0,5
> 500 ≤ 1000	0,6
> 1000 ≤ 1250	0,7

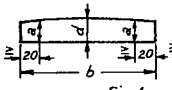


Fig.1

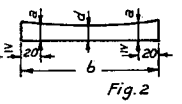


Fig.2

Precisione degli spigoli (Fig. 3)

Spess. nom. a	≤ 13	> 13 ≤ 18	> 18
W max	2	3	3,5

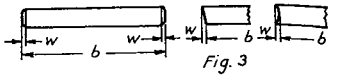


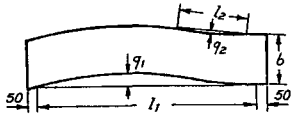
Fig. 3

- Lunghezza - Salvo diverso accordo, lungh. fra 2 e 12 m. Se richieste lunghezze fisse tolleranze di lungh. 0/+200 mm. Concordando, toll. più strette; preferire toll. 0/+50 oppure 0/+25 mm.

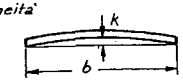
- Tolleranze di forma - Solo per larghi piatti con Re ≤ 460 N/mm². Per acciai bonificati o con Re > 460 N/mm² sono da concordare.

Spess. ≤ 50 mm. Spess. > 50 da concordare

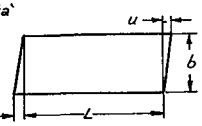
Rettilin.	Normale	Speciale
toll. q_1	0,25% di l_1	0,125% di l_1
toll. q_2	≥ 0,25% di l_2	(l_2 ≥ 1000 mm)
Planarità	Normale	Speciale
sulla larghezza b		
toll. k_1	0,3% di b	
su una lunghezza di 1000 mm		
toll. k_2	7 mm	3 mm
su una lunghezza di misura (< 1000≥ 500)		
toll. k_2	1% della lungh. di misura	0,5% della lunghezza di mis.
sulla lunghezza totale L		
toll. k_3	0,7% di L max20	0,3% di Lmax10
Fuori sq.	b ≤ 500	b > 500
toll. u	5 mm	0,01xb



Rettilineità



Planarità



Fuori squadro

Semilavorati e barre laminati o fucinati a caldo e vergella

acciaio speciale inossidabile resistente alla corrosione e al calore

Dimensioni e tolleranze delle barre tonde, quadre, piatte e esagone

UNI EU 60

UNI EU 59

UNI EU 58

UNI 7061

Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente

	Tipo di acciaio UNI 6901	(4)	HB max	Prova di trazione (8) Rm N/mm²	Rp (9) 0,2 N/mm²	Rp (9) 1 N/mm²	A min % ≤16	A min % >16 ≤40	A min % >40 100	KCU min per diametri o spessori in mm ≤16 J/cm²	>16÷≤40 J/cm²	>40÷≤100 J/cm²
	X12 Cr13		220	685-885	490	-	14	14	13	39	39	29,5
	X12 CrS13		220	685-885	490	-	14	14	13	-	-	-
	X20 Cr13		220	735-930	540	-	13	13	12	-	-	-
(1)	X30 Cr13	(5)	270	785-980	590	-	12	12	11	-	-	-
	X40 Cr14		290	(*)	640	-	10	10	9	-	-	-
	X16 CrNi16		270	785-980	590	-	14	14	13	29,5	29,5	19,5
	X14 CrNi19		250	640-835	490	-	16	16	15	29,5	29,5	19,5
	X6 Cr13		192	440-640	225	-	20	20	19	78,5	-	-
	X6 CrAl13		180	410-590	225	-	20	20	19			
	X8 Cr17		192	440-640	245	-	18	18	17			
(2)	X10 CrS17	(6)	200	490-685	295	-	15	15	14			
	X8 CrMo17		200	490-685	275	-	18	18	17			
	X16 Cr26		200	490-685	275	-	14	14	13			
	X10 CrAl12		212	490-640	345	-	15	15	14			
	X2 CrNi1811		-	440-640	175	215	45	45	40			
	X5 CrNi1810		-	490-685	185	225	45	45	40			
	X8 CrNi1910		-	490-685	185	225	45	45	40			
	X10 CrNi1809		-	490-735	215	255	40	40	35			
	X10 CrNiS1809		-	490-735	215	255	40	40	35			
	X8 CrNi1812		-	490-685	175	215	45	45	40			
	X12 CrNi1707		-	590-785	245	285	30	30	25			
	X6 CrNiTi1811		-	490-735	205	245	40	40	35			
	X8 CrNiTi1811		-	490-735	205	245	40	40	35			
	X6 CrNiNb1811		-	490-735	205	245	40	40	35			
	X8 CrNiNb1811		-	490-735	205	245	40	40	35			
	X2 CrNiMo1712		-	440-685	195	235	40	40	35			
	X5 CrNiMo1712		-	490-685	205	245	40	40	35			
(3)	X8 CrNiMo1712	(7)	-	490-685	205	245	40	40	35			
	X6 CrNiMoTi1712		-	490-735	225	265	35	35	30			
	X6 CrNiMoNb1712		-	490-685	225	265	35	35	30			
	X2 CrNiMo1713		-	440-685	195	235	40	40	35			
	X5 CrNiMo1713		-	490-685	205	245	40	40	35			
	X8 CrNiMo1713		-	490-685	205	245	40	40	35			
	X6 CrNiMoTi1713		-	490-735	225	265	35	35	30			
	X6 CrNiMoNb1713		-	490-735	225	265	35	35	30			
	X2 CrNiMo1816		-	440-685	195	235	40	40	35			
	X6 CrNi2314		-	540-735	205	245	35	35	30			
	X16 CrNi2314		-	590-735	225	-	30	30	25			
	X6 CrNi2520		-	540-735	205	245	30	30	25			
	X22 CrNi2520		-	590-735	225	-	30	30	25			
	X16 CrNiSi2520		-	590-785	275	-	30	30	25			

Note: Composizione chimica % di colata secondo UNI 6900. (1) martensitici. (2) ferritici. (3) austenitici. (4) trattamento del saggio. Corrisponde di regola allo stato di fornitura. (5) Ricottura di lavorabilità per la prova HB, bonifica per le altre prove. (6) ricottura di ricristallizzazione (7) tempra di austenitizzazione. (8) Provette dal saggio trattato Ø o spess. 16 mm. Prova di trazione: provetta corta Ø 10 mm. (9) Per temp. fino a 550°C vedere la UNI 6900. Es. design. barra tonda Ø 20 di acciaio X6 Cr 13: Tondo 20 UNI EU 60 X6 Cr 13 UNI 6901. (*) 835-1030.

Lamiere, lam. sottili, nastri e nastri larghi di acciaio inox

Rif. UNI 8317 - Compos. chim. % di colata (*Per le altre qual. vedi UNI 6900)

Qualità *	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Vari	P	S
X 6CrTi12	≤0,08	1	≤1	10,5÷12,5	≤0,5	-	6C≤Ti≤0,8	0,040	0,030
X 2CrTi12	≤0,03	1	≤1	10,5÷12,5	≤0,5	-	6C≤Ti≤0,8	0,040	0,030
X 6CrTi17	≤0,08	1	≤1	16÷18	≤0,5	-	5C≤Ti≤0,8	0,040	0,030
X 6CrNb17	≤0,08	1	≤1	16÷18	≤0,5	-	10C≤Nb+Ta≤1	0,040	0,030
X 2CrNiN1811	≤0,03	2	≤1	17÷19	9÷12	-	N0,10÷0,20	0,045	0,030
X 5CrNiN1810	≤0,06	2	≤1	17÷19	8÷11	-	N0,10÷0,20	0,045	0,030
X 2CrNiMoN1712	≤0,03	2	≤1	16÷18,5	11÷14	2÷2,5	N0,10÷0,20	0,045	0,030
X 2CrNiMoN1713	≤0,03	2	≤1	16÷18,5	11,5÷14,5	2,5÷3	N0,10÷0,20	0,045	0,030

Caratt. mecc. (ferritici: ricotti, austenitici: tmpra di solubilizz.) a temp. ambiente

	Prodotti costituiti da acciaio delle seguenti qualità	*R*	*Rp0,2 min*	*Rpl min*	*A % min*	*HRB max*	*spess. • ≤ 10*	*spess. • > 10*
Ferritici	*X2CrTi12*	*390÷540*	*215*	*-*	*22*	*88*	*a*	*2a*
	X6CrTi12-X6CrTi17-X6CrNb17	*440÷590*	*255*	*-*	*22*	*88*		
	X6Cr13	*440÷590*	*235*	*-*	*22*	*88*		
	X6CrAl13	*390÷540*	*215*	*-*	*22*	*88*		
	X8Cr17-X10CrAl12	*440÷590*	*255*	*-*	*22*	*88*		
	X8CrMo17	*490÷685*	*275*	*-*	*22*	*88*		
	X16Cr26	*470÷620*	*255*	*-*	*22*	*88*		
Austenitici	*X2CrNi1811*	*520÷665*	*175*	*215*	*45*	*88*		
	X5CrNi1810	*540÷685*	*195*	*235*	*45*	*88*		
	X8CrNi1910	*540÷685*	*205*	*245*	*45*	*90*	*• Prova di piegamento UNI 564 α = 180° D per spessori ≤ 10 e > 10 mm degli acciai ferritici Per gli altri (austenit.) é garantita.*	
	X2CrNiN1811	*540÷740*	*275*	*305*	*40*	*95*		
	X5CrNiN1810	*590÷790*	*295*	*325*	*40*	*97*		
	X10CrNi1809	*560÷705*	*205*	*245*	*45*	*90*		
	X8CrNi1812	*520÷665*	*185*	*225*	*45*	*88*		
	X12CrNi1707	*590÷735*	*215*	*255*	*45*	*92*		
	X6CrNiTi1811-X6CrNiNb1811	*540÷685*	*205*	*245*	*40*	*88*		
	X8CrNiTi1811-X8CrNiNb1811	*540÷685*	*205*	*245*	*40*	*90*		
	X2CrNiMo1712	*520÷665*	*195*	*235*	*40*	*95*		
	X5CrNiMo1712-X8CrNiMo1712	*540÷685*	*205*	*245*	*40*	*95*		
	X2CrNiMoN1712	*590÷790*	*295*	*325*	*35*	*97*		
	X6CrNiMoTi1712-X6CrNiMoNb1712	*540÷685*	*215*	*255*	*40*	*95*		
	X2CrNiMo1713	*520÷665*	*195*	*235*	*40*	*95*		
	X5CrNiMo1713	*540÷685*	*205*	*245*	*40*	*95*		
	X2CrNiMoN1713	*590÷790*	*295*	*325*	*35*	*97*		
	X6CrNiMoTi1713-X6CrNiMoNb1713	*540÷685*	*215*	*255*	*40*	*95*		
	X2CrNiMo1816	*540÷685*	*195*	*235*	*35*	*95*		
	X6CrNi2314-X6CrNi2520	*520÷685*	*205*	*245*	*40*	*95*		
	X16CrNi2314-X22CrNi2520	*540÷685*	*225*	*265*	*40*	*95*		

Valori min Rp 0,2 e Rp 1 a diverse temp. (* Per le altre qualità vedi UNI 6900)

Qualità *	trattam. termico	°C	>20 ≤50	>50 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤200	>200 ≤250	>250 ≤300	>300 ≤350	>350 ≤400	>400 ≤450	>450 ≤500	>500 ≤550
X2CrTi12	ricotto	Rp 0,2	245	245	245	245	245	240	230	210	-	-	-
X6CrTi12	ricrist.		200	200	200	200	200	195	190	155	-	-	-
X2CrNiN1811	tempra di solubilizzazione		245	205	175	155	145	135	130	125	125	120	120
X5CrNiN1810			265	220	190	165	155	145	140	135	135	130	125
X2CrNiMoN1712			250	215	185	165	155	145	140	135	135	130	125
X2CrNiMiN1713			265	225	200	180	160	155	150	145	140	140	135
X2CrNiN1811		Rp 1	280	230	205	185	175	165	155	150	145	145	145
X5CrNiN1810			300	245	220	200	195	175	165	160	155	155	155
X2CrNiMoN1712			285	250	215	200	185	175	165	165	160	155	155
X2CrNiMoN1713			300	255	225	205	200	185	175	170	165	165	160

segue

segue: Lamiere, lam. sottili, nastri e nastri larghi di acciaio inox

Tolleranze sugli spessori

Spessore nom. mm	(1)	(2)
oltre 0,2 fino a 0,4	±0,05	±0,03
" 0,4 " 0,7	±0,07	±0,05
" 0,7 " 1	±0,10	±0,06
" 1 " 1,45	±0,12	±0,07
" 1,45 " 1,8	±0,15	±0,08
" 1,8 " 2,1	±0,17	±0,09
" 2,1 " 2,5	±0,20	±0,10
" 2,5 " 3	±0,22	±0,12
" 3 " 3,3	±0,25	±0,13
" 3,3 " 3,7	±0,30	±0,15
" 3,7 " 4,25	±0,35	±0,18
" 4,25 " 5	±0,35	±0,20

Spessore nominale mm	Larghezza nomin. mm (5) fino a 1250	Larghezza nomin. mm (5) >1250 fino a 2000
fino a 5	+0,35 -0,25	+0,50 -0,25
oltre 5 fino a 10	+1,20 -0,25	
" 10 " 19	+1,40 -0,25	
" 19 " 25	+1,50 - 0,25	
" 25 " 40	+1,80 -0,25	
" 40	da concordare	

Tolleranze sulla larghezza

Largh. nomin.	(1)
da 600 a 1200	+1,6 0
oltre 1200	+3,2 0

Larghezza nomin. mm	Spessore nominale mm (2) fino a 1,7	>1,7 a 2,5	>2,5 a 5
fino a 150	±0,13	±0,20	±0,25
>150 fino a 300	±0,25	±0,25	±0,40
>300 fino a 600 escluso	±0,40	±0,40	±0,50

Tolleranze sulla larghezza (5)

Spessore nominale	fino a 5	oltre 5 fino a 40			oltre 40
Lunghezza nominale	-	fino a 5000	>5000 a 10000	oltre 10000	-
Larghezza nominale fino a 2000	+8 0	+15 0	+15 0	+20 0	da concordare
Larghezza nominale >2000 fino a 3000	+8 0	+15 0	+20 0	+25 0	

Tolleranze sulla lunghezza

Lunghezza nominale	(4)
fino a 3000	+6 0
>3000 a 6000	+12 0

Lunghezza nominale	(3)
fino a 1500	+9 0
>1500 a 3000	+12 0
>3000	+16 0

Lunghezza nominale	Spessore nominale (6) fino a 5	>5 a 40	>40
fino a 2000	+10 0	+15/0	da concordare
>2000 a 4000		+20/0	
>4000 a 6000		+30/0	
>6000 a 8000		+35/0	
>8000 a 10000		+40/0	
>10000		+50/0	

-Laminati a freddo: (1) Lamiere, lamiere sottili, nastri, nastri larghi. (2) Nastri. (3) Nastri in bandelle. (4) Lamiere, lamiere sottili.
- Laminati a caldo: (5) Lamiere, lamiere sottili, nastri, nastri larghi.(6)Lamiere

Tipi di finiture superficiali

Tipo	Descrizione delle lavorazioni subite
0	Mater. lam. a caldo ric.
1	" " " " " e decap.
2D	" " " " " " " ;
	" " " freddo " " " (7)
2B	" " " caldo " " " ;
	" " " freddo " " skimpas.(7)
4	" con finit. 2D oppure 2B smerigliato abrasivo grana 120 a 180.
6	Mater. con finit. 4 satinata
7	" " alto grado di riflettiv.
8	Finitura a specchio.

(7) In alternativa: ric. in atmsf. contr. (superf. brillante) finitura tipo BA.

Esempi design. Lamiera lam. a freddo, sp. 2,5, largh. 1000, lungh. 3000, acc. X5 Cr Ni 1810, finitura superf. 4: Lamiera UNI 8317-2,5x1000x3000-X5CrNi1810/4.

Lamiera lam. a caldo, sp. 5, largh. 2000, lungh. 5000, acc. X5CrNi1810, finitura superficiale 1: Lamiera UNI 8317-5x2000x5000-X5CrNi1810/1

Nastri per molle acciaio inox resistente alla corrosione e al calore

Rif. UNI 8366. Prodotti finiti laminati a freddo. Nastri e nastri larghi spess. fino a 2 mm per produzione di molle. Fornitura: austenitico, crudo e dopo distensione (di regola usata solo per molle finite); martensitico, ricotto o bonificato.

Composizione chimica di colata

Gruppo	Qualità	C	Mn max	Si max	Cr	Ni	Mo	P max	S max
Aust.	X12CrNi1707	≤0,15	2	1	16÷18	6÷8	-	0,045	0,03
	X5CrNi1810	≤0,06	2	1	17÷19	8÷11	-	0,045	0,03
	X5CrNiMo1712	≤0,06	2	1	16÷18,5	10,5÷13,5	2,2,5	0,045	0,03
Mart.	X40Cr14	,36÷,45	1	1	12,5÷14,5	≤1	-	0,04	0,03

Caratteristiche meccaniche

Designazione acciaio		Prova trazione			Prova di piegamento								Durezza	
		spess. prov. a				spessore provetta a							sp.prov.	
		0,5	>0,5-1	>1-2		≤ a 0,5		>0,5-1		>1-2			a ≥ 1 *	
Qualità	Grado	R N/mm²			α	Diametro del mandr. D T	L	T	L	T	L		HRC min	HV max
X12CrNi 1707	HK	≥1700	≥1500	≥1350	90°	5a	20a	7a	28a	-	-		34	-
	HK TA	≥1780	≥1580	≥1430										
X5CrNi 1010	HK	≥1350	≥1150	≥1000	90°	5a	20a	7a	28a	-	-		28	-
	HK TA	≥1410	≥1210	≥1060										
X5CrNiMo 1712	HK	≥1300	≥1100	≥ 950	90°	7a	25a	9a	28a	-	-		26	-
	HK TA	≥1350	≥1150	≥1000										
X40Cr14	TC	≥ 850	≥ 850	≥ 850	180°	•	•	•	•	•	•		-	210
	TF	≥1500	≥1500	≥1500	-	-	-	-	-	-	-		48	-

K=incrudimento max. A=dopo distensione. C=stato ricotto. F=bonificato. L= Prova longitud. T= Prova trasv. * spessore < 1 da concordare. • Prova eseguita con spessore "a" interposto.

Trattamenti termici (generalmente eseguiti su pezzi finiti)

Qualità	Grado	Temperat. °C	Perman. min.	Refrigerante
X12CrNi1707	HK TA	420	45÷60	-
X5CrNi1810	HK TA	420	45÷60	-
X5CrNiMO1712	HK TA	420	45÷60	-
X40Cr14	TF tempra	1000 a 1050	-	Olio/aria
	TF rinven.	≤350	60÷90	-

Tolleranze dimensionali

Spessore nominale	larghezza: fino a 50	>50 a 150	>150 a 300	>300 a <600	600 e oltre
	Scostamenti limite				
fino a 1,7	±0,1	±0,13	±0,25	±0,4	±0,8
>1,7 fino a 2	±0,2	±0,2	±0,25	±0,4	±0,8

Largh. (nastri in band.)

Larghezza nominale	Scostamenti limite
fino a 1500	+9
	0
>1500 a 3000	+12
	0
oltre 3000	+16
	0

Spessore

Spessore nominale	larghezza: fino a 250	>250 < 600	600 e oltre
>0,2≤0,4	±0,02	±0,03	±0,05
>0,4≤0,7	±0,03	±0,05	±0,07
>0,7≤1	±0,04	±0,06	±0,10
>1≤1,45	±0,05	±0,07	±0,12
>1,45≤1,8	±0,06	±0,08	±0,15
>1,8≤2	±0,06	±0,09	±0,17

Esempi design. nastro max stato di incr. spess. 2, largh. 600, acciaio X12CrNi1707:Nastro UNI 8366 2x600-12CrNi1707-HK. c.s. ma crudo con R=1100: Nastro UNI 8366-2x600-12cRnI1707-HK 1100.

Fili e nastri per molle di acciaio inossidabile

- Acciai inossidabili per molle- Gli acciai inossidab. per molle hanno un tenore in massa di almeno il 16% di cromo e di almeno il 6% di nichel, poiché solo tali tenori di elementi di lega conferiscono buona resistenza alla corrosione e buone caratteristiche meccaniche richieste per questi prodotti.
Essi acquisiscono le loro caratteristiche mediante un incrudimento a freddo e/o mediante un trattamento termico.
- Classificazione delle qualità-
- X 12 Cr Ni 17 7: max temperatura di impiego tra 120° e 250°C a seconda delle sollecitazioni.
- X 6 Ni Cr Mo 17 12 2: max resist. alla corrosione per una max temper. di impiego tra 120 e 250°C secondo le sollecitazioni.
- X 7 Cr Ni Al 17 7: elevata resist. a fatica, resist. a caldo max resist. alla corrosione per temper. max tra 250° e 300°C.

Composizione chimica

Tipo di acciaio	C	Si	Mn max	P	S	Al	Cr	Mo	Ni
	Tenore di massa (analisi su prodotto)								
X12CrNI(1	,13	1,60	2,04	,05	,035	-	15,8-18,2	max,85	5,9-9,1
X6CrNiMo	,08	1,05	2,04	,05	,035	-	16,3-18,7	1,9-2,6	10,35-13,65
X7CrNiAl	,10	1,05	1,03	,05	,035	,65-1,6	15,8-12,2	-	6,4-7,85

(1) A richiesta: Cr max 18,7 , Ni max 9,6.

Caratteristiche fisiche (indicative)

Tipo di acciaio	Modulo di elasticità: Stato di fornitura K kN/mm²	allo stato K+A kN/mm²	mod. el. tangenz.: Stato di fornitura K kN/mm²	allo stato K+A kN/mm²	Massa volumica kg/dm³
X12CrNi	185	195	70	73	7,90
X6CrNiMo	180	190	68	71	7,98
X7CrNiAl	195	200	73	78	7,90

Dati indicativi per il trattamento termico delle molle

Tipo di acciaio	Stato	Trattamento termico: Rinvenim. (1) Temp °C	Durata	Raffredin	Duplice tratt. di desaturazione: 1° stadio Temp. °C	Dur. min	Raff. in	2° stadio Temp. °C	Dur. h	Raff. in
X12CrNi	K+A	250a 450	30min a 24h	aria	-	-	-	-	-	-
X6CrNiMo	K+A	250a 450	30min a 24h	aria	-	-	-	-	-	-
X7CrNiAl	K+A (2)	480a 550	1 a 2 h	aria	-	-	-	-	-	-
	m.sol.(3) d.desat.	-	-	-	760a 820	30a 40	a 12° acq/ar	480a 550	da 1 a 2	aria

(1) Scegliere le condizioni di rinvenim.in modo appropriato. (2) Tratt.di desaturaz. (3) Stato di trattam. di messa in soluzione

Influenza del rinv. o del tratt. di desaturazione sulla resistenza a trazione. Mediante il rinv. si aumentano i valori di resist. a trazione a partire dallo stato trafilato incrudito e sono ridotte le tensioni di lavoraz.risultanti dalla formatura. E' consigliabile il rinven. sulla molla finita. Lo stato di tratt.di mes

segue

segue: Fili e nastri per molle di acciaio inossidabile

sa in soluzione (X 7 Cr Ni Al 17 7) può, mediante duplice trattam. termico, dopo lavorazione, essere trasformato in uno stato più indurito, ma ancora inferiore a quello ottenuto dall'incrudimento a freddo dopo tratt. termico. In prospetto é indicato un trattamento termico che viene applicato per ottenere, sulla molla finita, una buona resistenza e caratteristiche elastiche idonee

Diametro del filo e resistenza a trazione allo stato incrudito (K)

Diametro del filo		Resistenza a trazione (1)				
Diametro nominale mm	Scost. ammis. ± mm	X12Cr Ni (K)	X6 Cr Ni Mo (K)	X7 Cr Ni Al (K)	X7 Cr Ni Al tratt. sol. (2)	Strizione %
0,10-0,11-0,12-0,14-0,16-0,18	0,004	2200a	1650a	1950a	800a 1000	-
0,20	0,008	2450	1900	2200		
0,22-0,25-0,28-0,30-0,32-0,34		2100a		1930a		
0,36-0,38-0,40		2350	1600a	2180		
0,43-0,45-0,48		2000a	1850	1850a		
0,50-0,53-0,56-0,60	0,010	2250		2100		
0,63-0,65-0,70-0,80		1900a	1530a	1800a		
0,85-0,90-0,95-1,00	0,015	2150	1780	2050		
1,05-1,10-1,20-1,25-1,30-1,40		1800a	1450a	1700a		
1,50	0,020	2050	1700	1950		
1,60-1,70-1,80-1,90-2,00		1700a	1400a	1600a		≥40
		1950	1650	1850		
2,10-2,25-2,40-2,50-2,60-2,80		1600a	1320a	1500a		
		1850	1570	1750		
3,00-3,20		1500a	1230a	1400a		
3,40-3,60-3,80-4,00	0,025	1750	1480	1650		
4,25-4,50-4,75-5,00-5,30-5,60		1400a	1100a	1300a		
6,00	0,035	1650	1350	1550		

(1) Si possono concordare valori per filo con Ø >6mm; valori< per fili con sollecitazioni elevate; intervalli più ristretti. (2) Stato di trattam. di messa in soluz.

Esempio di designazione, filo Ø 2 incrudito a freddo (K) del tipo X 12 Cr Ni 17 7: Filo 2,00 Acciaio X12 Cr Ni 17 7 K Euronorm 151 parte 1.

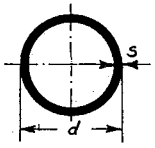
Resistenza a trazione del nastro allo stato laminato incrudito (K)

Tipo di acciaio	Stato di fornitura	Resist. a trazione (1)(2) per uno spess. del nastro				
		da 0,1 a 0,25 mm	> 0,25 a 0,50 mm	> 0,50 a 0,75 mm	> 0,75 a 1,0 mm	> 1,0 a 1,6 mm
		N/mm²				
X12CrNi	K1	1700-1900	1600-1800	1500-1700	1400-1600	1350-1550
	K2	2000-2200	1900-2100	1750-1950	1650-1850	1550-1750
X6CrNiMo	K	1300-1500	1200-1400	1100-1300	1000-1200	950-1150
X7CrNiAl	K	1600-1800	1550-1750	1450-1650	1300-1500	1100-1300
	m.s. (2)	800-1000				

In attesa di specifiche Euronorm concordare dimensioni e toller. Possono essere concordati (1): spessori > di 1,6 mm. Valori di resistenza < per elevate sollec. di deformazione. (2) Stato di Trattam. di messa in soluzione. Esempio design. nastro spessore 0,80 mm, largh. 250 mm, stato for K2, tipo X12 Cr Ni 17 7: Nastro 0,80x250 Acciaio X12 CrNi 17 7 Euronorm 151 parte 2.

Tubi senza saldatura di acciaio legato speciale inossidabile

Diam. esterno d mm	spessore s in mm								
	acc. martensitico		acciaio ferritico		acciaio austenitico				
	finiti a freddo	finiti a caldo	finiti a freddo	finiti a freddo o a caldo	finiti a freddo		finiti a caldo		
					campo dimensionale				
					I	II	I	II	III
10,2	-	-	-	-	-	1÷1,4			
12	-	-	-	-	-	1÷2			
13,5	-	-	-	-	-	1÷2,6			
14	-	-	-	-	-	1÷2,6			
17,2	-	-	1,2÷4	-	-	1÷4			
20	-	-	1,2÷5	-	-	1÷5			
21,3	2,3÷3,2	-	1,2÷5	-	-	1÷5			
25	2,3÷4	-	1,2÷6,3	-	-	1÷6,3			
26,9	2,6÷5	-	1,6÷6,3	-	-	1÷6,3			
30	2,9÷5	-	1,6÷7,1	-	-	1,2÷7,1			
33,7	3,6÷5	-	2÷8	-	-	1,2÷8			
38	3,6÷5	-	2÷8,8	-	-	1,4÷8,8			
42,4	4÷5,6	-	2÷8,8	-	-	1,4÷8,8			
44,5	4÷5,6	-	2,3÷8,8	-	-	1,4÷8,8			
48,3	4,5÷5 6	-	2,3÷10	-	-	1,6÷10	-	3,2÷3,6	4÷10
51 •	-	4,5÷5,6	2,3÷3,2	3,6÷11	-	1,8÷11	-	3,2÷3,6	4÷10
54	-	5÷5,6	2,3÷3,2	3,6÷11	-	2÷11	-	3,2÷3,6	4÷10
57	-	5÷5,6	2,3÷3,2	3,6÷12,5	-	2÷12,5	-	3,2÷3,6	4÷14,2
60,3	-	5÷6,3	2,3÷3,2	3,6÷12,5	-	2÷12,5	-	3,2÷3,6	4÷14,2
63,5•	-	5,6÷6,3	2,6÷3,6	4÷12,5	-	2÷12,5	-	3,2÷4	4,5÷16
70	-	5,6÷6,3	2,6÷3,6	4÷12,5	-	2÷12,5	-	3,2÷4,4	5÷17,5
76,1	-	5,6÷7,1	2,6÷3,6	4÷12,5	-	2÷12,5	-	3,2÷4,5	5÷17,5
88,9	-	5,6÷7,1	2,6÷3,6	4÷12,5	2,3÷3,2	3,6÷12,5	-	4÷5	5,6÷22,2
101,6	-	6,3÷7,1	2,6÷4,5	5÷14,2	2,9÷3,6	4÷12,5	-	4÷5	5,6÷25
108	-	6,3÷7,1	2,6÷4,5	5÷14,2	2,9÷3,6	4÷12,5	-	5	5,6÷25
114,3	-	6,3÷7,1	2,9÷5	5,6÷16	2,9÷4	4,5÷12,5	-	5	5,6÷28
133	-	-	4÷5,6	6,3÷16	3,2÷4,5	5÷12,5	-	-	6,3÷32
139,7	-	-	4,5÷5,6	6,3÷17,5	4÷4,5	5÷12,5	-	-	6,3÷35
159	-	-	5,6÷6,3	7,1÷17,5	4,5÷5	5,6÷14,2	-	-	7,1÷35
168,3	-	-	5,6÷6,3	7,1÷17,5	5	5,6÷14,2	-	-	5,6÷35
193,7	-	-	-	-	-	6,3÷14,2	5	-	5,6÷25
219,1	-	-	-	-	-	6,3÷14,1	5÷5,6	-	6,3÷28
244,5	-	-	-	-	-	7,1÷12,5	5÷5,6	-	6,3÷40
267 •	-	-	-	-	-	7,1÷12,5	5,6	-	6,3÷40
273	-	-	-	-	-	8÷12,5	5,6	-	6,3÷40
323,9	-	-	-	-	-	-	6,3÷7,2	-	8÷40
355,6	-	-	-	-	-	-	7,1÷8	-	8,8÷40
368	-	-	-	-	-	-	7,1÷8	-	8,8÷40
406,4	-	-	-	-	-	-	8÷8,8	-	10÷40
419	-	-	-	-	-	-	8÷10	-	11÷40
457,2	-	-	-	-	-	-	8,8÷12,5	-	14,2÷40
508	-	-	-	-	-	-	12,5÷16	-	17,5÷40



Serie spessori s = 1-1,2-1,4-1,6-1,8-2-2,3-2,6-2,9-3,2-3,6-4-4,5 - 5-5,6-6,3-7,1-8-8,8-10-11- 12,5 - 14,2-16-17,5-20-22,2-25-28-30-32-35-40.

Acciaio resistente alla corrosione e al calore. Rif. UNI 6904.

Lunghezze commerciali da 3 a 5 m in più (tubi a caldo) da 3 m in più (tubi a freddo), lunghezze fisse, da precisare all'ordine e con le seguenti tolleranze: Per tubi fino a 6 m, + 10/0 mm, per tubi oltre 6 m, + 15/0 mm. (•) Usare per eccezione.

segue

segue: Tubi senza saldatura di acciaio legato speciale inossidabile

- Tolleranze dimensionali -				
Tubi di acciaio	finitura	campo dimens.	scostamenti limite per: diametro esterno	scostamenti limite per: spessore
martensitico	a freddo	-	± 1% con un minimo di ± 0,5 mm	± 15 %
	a caldo		± 1,5 %	± 15 %
ferritico	a freddo	-	± 1% con un minimo di ± 0,5 mm	± 15 %
	a caldo		± 1,5 %	± 15 %
austenitico	a freddo	I	± 1 %	± 15 %
		II	±0,75 con un minimo di ± 0,3 mm	± 10 %
	a caldo	I	± 1,5 %	± 15 %
		II	± 1% con un minimo di ± 0,5 mm	± 15 %
		III	± 1% con un minimo di ± 0,5 mm	± 12,5 %

Caratteristiche meccaniche e tecnologiche a temp. ambiente

Gruppo	Tipo di acciaio UNI 6904	trattamento termico del saggio	HB max	HRB max	R N/mm²	Rp* (0,2) N/mm²	Rp* (1) N/mm²	A min %
martensitici	X12Cr13	ricottura	220	97	-	-	-	-
		bonifica	-	-	685÷885	-	540	14
	X20Cr13*	ricottura	220	97	-	-	-	-
		bonifica	-	-	735÷930	-	590	13
ferritici	X8Cr17	ricottura di ricristallizzazione	192	90	440÷640	-	245	18
	X16CR26		200	94	490÷685	-	275	14
	X6CrAl13		192	90	410÷590	-	225	20
	X10CrAl12		212	95	490÷640	-	245	15
austenitici	X2CrNi1811	tempra di austenitizzazione	202	94	490÷685	215	195	40
	X5CrNi1810		202	94	490÷685	225	195	40
	X8CrNi1812		202	94	490÷685	225	215	35
	X8CrNi1910*		202	94	490÷685	225	215	35
	X6CrNiTi1811		202	94	490÷685	245	215	40
	X8CrNiTi1811*		202	94	490÷685	245	215	40
	X6CrNiNb1811		202	94	490÷685	245	215	35
	X8CrNiNb1811*		202	94	490÷685	245	215	35
	X2CrNiMo1712		202	94	490÷685	235	215	40
	X5CrNiMo1712		202	94	490÷685	245	215	40
	X8CrNiMo1712*		202	94	490÷685	245	215	40
	X6CrNiMoTi1712		202	94	490÷685	265	215	40
	X6CrNiMoNb1712		202	94	490÷685	265	215	35
	X2CrNiMo1713		202	94	490÷685	235	215	40
	X5CrNiMo1713		202	94	490÷685	245	215	40
	X8CrNiMo1713*		202	94	490÷685	245	215	40
	X6CrNiMoTi1713		202	94	490÷685	265	215	40
	X6CrNiMoNb1713		202	94	490÷685	265	215	35
	X6CrNi2314		210	95	540÷735	235	215	30
	X16CrNi2314		220	97	590÷735	-	245	30
	X6CrNi2520		210	95	540÷735	235	215	30
	X22CrNi2520		220	97	590÷735	-	245	30

La presente norma concorda sostanzialmente con ISO/R 1127 e con la Euronorm 88-71.
(*) Composizione chimica % come da UNI 6900. I rimanenti tipi presentano qualche scostamento di comp. chim. rispetto ai limiti della norma. (*) Per temperature fino a 550°C vedere UNI 6900.
Esempio designazione di un tubo a freddo con d = 25 mm, s = 2,3 mm, di acciaio X 8 CrNiNb 18 11:
Tubo a freddo UNI 6904-25x2,3-X8CrNiNb1811.

Prodotti piani lam. a freddo, acciaio a basso tenore di C

Rif. EN 10130. Lamiere, nastri larghi, nastri cesoiati, bandelle, ottenuti partendo da nastri ces. o da lam. Acc. non leg. a basso ten. di C, destinati all'imbut. o al pieg. a freddo, largh. ≥600 mm, spess. ≥ 0,35 mm e salvo diversa indic. ≤ 3 mm.

Caratteristiche meccaniche (1) e composizione chimica %

Qualità	Definizione	Grado di disossidazione	Aspetto superf.*	Re N/mm²	Rm N/mm² (4)	A80 % min	rg0 min 2e3	ng0 min (3)	Composiz. chimica % max. (analisi di colata) C	P	S	Mn	Ti
Fe P01	Acc. di	scelta fab.	A e B	-/280	270/410	28			0,12	0,045	0,045	0,60	(5)
Fe P03	qualità	calmato	A e B	-/240	270/370	34	1,3		0,10	0,035	0,035	0,45	
Fe P04	non	calmato	A e B	-/210	270/350	38	1,6	0,180	0,08	0,030	0,030	0,40	
Fe P05	legato	calmato	A e B	-/180	270/330	40	1,9	0,200	0,06	0,025	0,025	0,35	
							$\bar{r}$	$\bar{n}$					
Fe P06	legato	calmato	A e B	-/180	270/350	38	1,8	0,220	0,02	0,020	0,020	0,25	0,3

(1) Caratt. mecc. (valide 6 mesi - P01 6 settim.) solo per prodotti sottoposti a leggero passaggio di laminaz. a freddo.
(2) rg0 e ng0 oppur r e n valgono per prodotti con spess. ≥ 0,5 mm. (3) Per spess. > 2 mm, il valore di rg0 oppure r viene ridotto di 0,2 (4) Per la progettazione il limite inferiore é presunto pari a 140 N/m² (120 per Fe P06). (5) Ti può essere sost. da Nb. * Aspetto superficiale: A consentiti lievi difetti. B superficie priva di difetti.

Finitura superf. e valori di rugosità

Finit. superf.	Simb.	Rugosità
Brillante	b	Ra ≤ 0,4 µm
Semi brillante	g	Ra ≤ 0,9 µm
Normale	m	0,6 µm < Ra ≤ 1,9 µm
Rugosa	r	Ra > 1,6 µm

Garantiti procedimenti di saldatura correnti.
Esempi di designazione:
Lamiera EN 10130 - FeP01 A m.
Nastro largo EN 10130 - FeP06 B g.

Tolleranze su prod. piani lam. a freddo di acc. a basso tenore di C e acc. ad alto limite di Re per imbut. e pieg. a freddo. Rif. EN 10131.

Tolleranze sullo spessore

Spessore nom.	normali (larghezza) ≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500	ristrette (S) (largh.) ≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500
≥ 0,35 a ≤ 0,40	± 0,04	± 0,05	—	± 0,025	± 0,035	—
> 0,40 a ≤ 0,60	± 0,05	± 0,06	± 0,07	± 0,035	± 0,045	± 0,05
> 0,60 a ≤ 0,80	± 0,06	± 0,07	± 0,08	± 0,04	± 0,05	± 0,05
> 0,80 a ≤ 1,00	± 0,07	± 0,08	± 0,09	± 0,045	± 0,06	± 0,06
> 1,00 a ≤ 1,20	± 0,08	± 0,09	± 0,10	± 0,055	± 0,07	± 0,07
> 1,20 a ≤ 1,60	± 0,10	± 0,11	± 0,11	± 0,07	± 0,08	± 0,08
> 1,60 a ≤ 2,00	± 0,12	± 0,13	± 0,13	± 0,08	± 0,09	± 0,09
> 2,00 a ≤ 2,50	± 0,14	± 0,15	± 0,15	± 0,10	± 0,11	± 0,11
> 2,50 a ≤ 3,00	± 0,16	± 0,17	± 0,17	± 0,11	± 0,12	± 0,12

Coefficiente di maggiorazione per spessori di prodotti ad alto limite di Re: Re 280: 0%, = 280 360: 20% = 360: 40%

Tolleranze geometriche
Si tenga presente che questa norma prevede anche le toll. geometriche di:
Planarità (normali e ristrette, solo per lamiere)
Perpendicolarità (non > dell'1% della lunghezza effettiva della lamiera.
Rettilineità (non > di 6 mm per 2 m di lunghezza.
Per lungh. minori non può essere > dello 0,3% della lunghezza effettiva.

Toll. su largh. e lungh. (1) lamiere e nastri larghi

Larghezza nominale	normali scostamenti inf	sup.	ristrette scostamenti inf	sup.
≤ 1200	0	+4	0	+2
>1200≤1500	0	+5	0	+2
> 1500	0	+6	0	+3
Lungh. nom.				
< 2000	0	6	0	3
≥ 2000	0	0,3% di l	0	0,15% di l

Tolleranze sulla larghezza dei nastri cesoiati

Classe toll.	spessore nominale	Larghezza nominale <125 inf	sup.	≥125a<250 inf	sup.	≥250a<400 inf	sup.	≥400a<600 inf	sup.
		scostamento							
Normali	<0,6	0	+0,4	0	+0,5	0	+0,7	0	+1,0
	≥0,6<1,0	0	+0,5	0	+0,6	0	+0,9	0	+1,2
	≥1,0<2,0	0	+0,8	0	+0,8	0	+1,1	0	+1,4
	≥2,0<3,0	0	+0,7	0	+1,0	0	+1,3	0	+1,6
Ristr. (S)	<0,6	0	+0,2	0	+0,2	0	+0,3	0	+0,5
	≥0,6<1,0	0	+0,2	0	+0,3	0	+0,4	0	+0,6
	≥1,0<2,0	0	+0,3	0	+0,4	0	+0,5	0	+0,7
	≥2,0<3,0	0	+0,4	0	+0,5	0	+0,6	0	+0,8

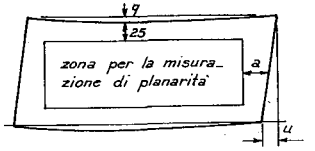
Prodotti finiti piatti di acciaio non legato laminati a caldo

RiF. UNI 5867 - Lamiere e nastri larghi laminati a caldo con procedimento continuo di spess. da 1,5 a 8 mm escluso e larghezza uguale à maggiore di 600 mm, di acciaio non legato destinati all'imbutitura o al piegamento a freddo.
Previo accordo, questa norma, può essere applicata ai prodotti piatti laminati a caldo con larghezza minore di 600 mm, ricavati da nastri larghi o lamiere laminati a caldo, mediante cesoiatura od operazione analoga.
Salvo accordi contrari, il procedimento di elaborazione dell'acciaio e il processo di fabbricazione dei prodotti sono lasciati alla scelta del produttore.
Le caratteristiche meccaniche dei prodotti sono garantite per gli otto giorni dalla messa a disposizione del prodotto da parte del fornitore, salvo la qualità Fe P 13 per la quale le caratteristiche sono garantite per due mesi.
Un prolungato magazzinaggio dei prodotti può dare origine ad una modifica delle caratteristiche meccaniche con conseguente diminuzione dell'attitudine alla lavorabilità.

Categoria	Qualità di acciaio	Prova di trazione per spessori (mm)				Prova di piegamento a 180° per spessori (mm)		
		<3	≥3	<3	≥3	<3	≥3 ≤ 4,75	>4,75
		Car. un.rot.• R max N/mm²		Allungamento Lo 80 Lo=(1) A min %		Diam. del mandr. D		
Prodotti per piegam.	Fe P 10	470 **	470 **	-	-	0,5a °	a °	0,5a °
Prodotti per imbutit.	Fe P 11	440	430	27	28	-	-	-
	Fe P 12	400	390	29	32	-	-	-
	Fe P 13*	410	400	29	34	-	-	-

(*) Acciaio non invecchiante.
(•) Il valore minimo previsto di R é 290 N/mm²
(**) Valori dati a titolo indic.
(°) a = spessore della provetta.
(1) Lo = 5,65 $\sqrt{So}$

- Dimensioni -
Le dimensioni sono da scegliere tra quelle considerate dalla tolleranze dimensionali.
- Tolleranze dimensionali e di forma, vedi EN 10051.
- Attitudine ai rivestimenti superficiali -
Se le lamiere e i nastri larghi sono destinati alla smaltatura, alla zincatura, alla stagnatura o ad altre forme di rivestimento, l'utilizzazione deve essere notificata all'ordinazione.
Saldabilità -



L'attitudine ai normali procedimenti di saldatura é garantita. Procedimenti e applicazioni particolari devono essere concordati.
- Aspetto della superficie -
Su richiesta, i prodotti possono essere forniti con superficie:
- MG, decapata;
- MF, non decapata.
Prodotti da fornire allo stato non decapato, devono essere ricoperti da uno strato sottile di ossido aderente di colorazione variabile. I prodotti decapati sono forniti oliati.
- Esempio di designazione -
Lamiera UNI 5867 - 2 x 1000 x 2000 Fe P 12 MG.

- Tolleranze di forma -
Rettilineità (q)
Perpendicolarità (u)
Planarità (a = 200 mm per toll. norm. 100 mm per toll. ristrette)

Lamiere e larghi piatti da costruz. a grano fine bonific. saldab.

Questi acciai hanno Re min e una resistenza a trazione minima, più elevati di quelli degli acciai da costruzione consueti e quindi impiegati per maggiori sollecitazioni. Le dimensioni nominali devono essere concordate all'ordinazione. Le tolleranze dimensionali e di forma delle lamiere (≥ 3 mm) sono quelle della EN 10029. Dei larghi piatti, quelle della UNI-EU 91. La massa volumica é 7,85 kg/mm².

Classificazione

Ciascun tipo può essere fornito nelle seguenti qualità:
Per costruzioni di acciaio in generale: V.
Per recipienti a pressione e per impieghi particolari:
Qualità di base KG.
Qualità resistente a caldo KW.
Qualità con tenacia a freddo KT.

Designazione

1) Lettere indicative FeE.
2) Valore min di Re o Rp 0,2.
3) Lettera V (stato di trattam.). Per recip. a press. o imp. part.
4) Lettera K e una delle lettere:
5) G per la qualità di base.
6) W per la qual. resist. a caldo.
7) T per la qual. tenacia a fred.

Esempio di designazione

lamiera FeE 690V KW, dimens. nom. spess. 8 mm, largh. 2000, lungh. 5000, toll. (B) EN 10029, toll. di planarità normali:
Lamiera(EN 10029)-8 B x2000x5000-FeE 690V KW UNI-EU 137.

Composizione chimica - analisi di colata -

C	Si	Mn	P - S	N	B
0,20	1,0	2,0	0,025	0,020	0,0050

Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti-V	Zr
2,0	1,5	1,0	0,10	2,0	0,20	0,15

Classificazione dei tipi e caratteristiche meccaniche degli acciai alla prova di trazione e di piegamento a temperatura ambiente

Tipo	ReH (2) ≥3 ≤50 N/mm²	ReH (2) >50 ≤70 N/mm²	Rm N/mm²	A %	D (3)	D (4)
FeE 460V " " KG " " KW " " KT	460	440	570÷770	17	3a	4a
FeE 500V " " KG " " KW " " KT	500	480	620÷670	16		
FeE 550V " " KG " " KW " " KT	550	530	670÷820	16		
FeE 620V " " KG " " KW " " KT	620	600	740÷890	16		
FeE 690V " " KG " " KW " " KT	690	670	790÷940	15		

(2) o Rp0,2. (3) long. (4) trasv.

Valori min di KV (J) nella prova, su prov. int. a V, trasversale o longitudinale (1).

°C	0	-20	-40	-50	-60
460KG KW 500KG KW 550KG KW 620KG KW 690KG KW	40	35	-	-	-
460 KT 500 KT 550 KT 620 KT 690 KT	(60)	(50)	30 (40)	27 (35)	25 (30)

(1) se non diversamente concordato, solo trasversale -20 per KG e KW; -60 per KT.

Valori min di KV (J) nella prova, su prov. int. a V, longitudinale.

°C	0 (5)	-20
FeE 460V " 500V " 550V " 620V " 690V	60	50

(5) solo se concordato.

Valori min di Rp 0,2 per KW (6)

°C	100	150	200	250	300	350	400
460KW	425	405	380	360	340	320	305
500KW	470	450	420	400	380	360	345
550KW	520	495	475	455	440	420	405
620KW	585	565	540	520	500	485	470
690KW	655	630	610	590	570	550	530

(6) se concordato anche, per KT.

Nastri e bandelle di acciaio non legato per formatura a freddo

(Riferimento UNI 5961)
Nastri laminati a freddo, di acciaio non legato, spess. fino a 6 mm, largh. < di 600 mm, ma > di almeno 10 volte lo spessore; bandelle ritagliate longitudinalmente da tali nastri.

Sono idonei all'applicazione di rivestimenti superficiali, ma non alla tempra e alla bonifica. E' possibile la cementazione ma tale trattam. non é garantito. Salvo diverso accordo la comp. chimica é scelta dal produttore.

Caratteristiche meccaniche

Categoria	Tipo di acciaio	R N/mm²	Re max N/mm²	Amin (spess) (2) >0,3 ≤0,5 %	>0,5 ≤1,0 %	>1,0 ≤ 3 %	Durezza (1) HR30T spessore ≤ 0,6	HRB spessore ≥ 0,6	HV
Incrudito	Fe 390 HK	390-490	-	4	5	6	60-70	66-80	122-153
	Fe 430 HK	490-590	-	-	-	-	70-75	80-88	153-183
	Fe 590 HK	≥590	-	-	-	-	≥75	≥88	≥183
da stampaggio	Fe P 01	≤410 (3)	-	21	23	25	≤60	≤65	≤128
	Fe P 02	≤370 (3)	-	25	28	31	≤65	≤57	≤115
	Fe P 03	≤350 (3)	-	30	34	36	≤50	≤50	≤110
	Fe P 04 (5)	≤350 (3)	225 (4)	30	34	36	≤50	≤50	≤110

(1) Valori a titolo indicativo (2) spessori < 0,3 e > 3 ≤ 6 valori da concordare. (3) Valore min. di regola non < di 270 N/mm². (4) Per spess. ≤ 0,7 o > di 1,5, il valore viene aument. di 10 N/mm². (5) Qualità antinvecchiante. Tutti i tipi sono idonei ai consueti procedim. di saldatura. Sono altresì idonei a: laccatura, rivestim. di zinco, stagno, piombo, mediante immers. o spruzz. a caldo. Quelli con superf. tipo MB sono idonei a finit. superf. galv.

Finiture superficiali

Aspetto	Finitura	Descrizione	Limitazioni
MA	RR RM RL *	Superficie pulita metallicamente pura Consentiti pori, piccole scanalature e leggere graffiature	Tutti i tipi e spessori
MB	RM RL * RF	Superf. pulita metallicam. pura. Pori solchi e graffiat. a estens. limitata, aspetto uniformemente liscio.	Tutti i tipi con spessore ≤ 2 mm (**)

* Sigla da non includere nella designazione.
** Per spessori maggiori da concordare.
- Rugosità della superficie:
RR (rugosa) > 1,5 um.
RM (matta) 0,6 ÷ 1,8 um.
RL (liscia corrente) ≤ 0,6 um.
RF (liscia fine ≤ 0,30 um.
- Fornitura -
Nastri incrud. generalmente asp. superf. MA; da stampaggio asp. superf. MA ed MB. I prodotti con superf. MA ed MB sono normalmente forniti con finit. superf. RL. I tipi con asp. superf. MA non possono essere forniti con finit. RF
- Toll. dimens. e di forma secondo UNI EU 140.
- Esempi di designazione:
Nastro spess. 1,7 mm, toll. rist. largh. 180 mm, bordi rifilati, acciaio Fe P 02, asp. sup. MA, finitura superficiale RM:

Nastro 1,7 Px180 GK UNI EU 140 MA RM Fe P 02 UNI 5961.
Bandella spess. 0,6 mm, toll. di prec., largh. 300 mm, bordi cesoiati, lungh. fissa 2500 mm, acc. Fe P 03, asp. sup. MA finit. superficiale RM:

Bandella 0,6 Px300 GKx2500 F UNI EU 140 MA RM Fe P 03 UNI 5961.

Nastri per molle acciaio speciale non legato e legato

Rif. UNI 7064. Prodotti finiti laminati a freddo. Nastri stretti (largh. < 600) spess. < 6 per produzione di molle. Classe A e B (riferim. grado defor. a freddo allo stato ricotto). Forniti ricotti o bonif. (precis. valori Re e HB), crudi (a richiesta). Toll. UNI-EU 140.

Composizione chimica di colata (%)

Classe	Qualità	C	Mn	Si	Cr	V	P e S
Acciaio non legato	C55	0,52÷0,60	0,60÷0,90	0,15÷0,40	-	-	0,035 max
	C60	0,57÷0,65	0,60÷0,90	0,15÷0,40	-	-	
	C67	0,65÷0,75	0,60÷0,90	0,15÷0,40	-	-	
	C75	0,70÷0,80	0,60÷0,80	0,15÷0,40	-	-	
	C85	0,80÷0,90	0,45÷0,65	0,15÷0,40	-	-	
	C100	0,95÷1,05	0,40÷0,60	0,15÷0,40	-	-	
Acciaio legato	48Si7	0,42÷0,52	0,60÷0,90	1,50÷2,00	-	-	0,035 max
	67SiCr5	0,62÷0,72	0,40÷0,60	1,20÷1,40	0,20÷0,40	-	
	50CrV4	0,48÷0,55	0,70÷1,00	0,15÷0,40	0,90÷1,20	,10÷,20	

Caratteristiche meccaniche allo stato ricotto

Qualità	acciaio classe A: R max N/mm²	A min %	Durezza HV max	HRB max	Piegamen. sp. <1	D prov. * 1<2	2<3	acciaio classe B: R max N/mm²	Durezza HV max	HRB max	Allung. A min % spess. provet. * ,2<,5	,5<1	1<2	2<3
C55	610	13	180	87	1mm	2a	3a	560	170	85	17	19	21	23
C60	620	13	185	88	1mm	2a	3a	570	170	85	16	18	20	22
C67	630	12	188	89	1mm	2a	3a	590	174	86	15	17	19	21
C75	640	12	190	90	2a	2a	3a	590	174	86	14	16	18	20
C85	670	11	200	91	2a	3a	4a	640	190	90	13	15	17	19
C100	690	11	205	92	2a	3a	4a	640	190	90	12	14	16	18
48Si7	740	10	212	94	-	-	-	740	212	94	11	13	15	17
67SiCr5	800	7	240	98	-	-	-	800	240	98	8	10	12	14
50CrV4	740	10	220	95	-	-	-	780	220	95	7	9	11	13

Prova di piegamento acciaio non legato allo stato ricotto, classe B

Sp.prov.	0,2a<0,5		da 0,5 a 1 escl.				da 1 a 2 escluso				da 2 a 3 escl. *			
Qualità	T e L α	D	T α	D	L α	D	T α	D	L α	D	T α	D	L α	D
C55	180°	0	180°	0	180°	a	180°	a	180°	2a	180°	2a	90°	a
C60		0	180°	0	180°	a	180°	a	180°		180°	2a		a
C67		0	180°	0	180°	a	180°	2a	180°		180°	2a		2a
C75		a	180°	a	180°	2a	180°	2a	180°		90°	2a		3a
C85		2a	90°	2a	90°	2a	90°	2a	90°		90°	2a		4a
C100		2a	90°	2a	90°	2a	90°	2a	90°		90°	3a		4a

* Spessore 3 mm e oltre, valori da concordare

Finitura della superficie

Sigla	Denominazione	Rugosità Ra µm
RR	rugosa	1,5
RM	opaca	0,66-1,8
RL	liscia corrent.	0,2-0,6
RN	liscia fine	0,2

Tipo di fornitura

Caratteristica	crudo 1	crudo 5	ricotto 5	ricotto 5a
Analisi chimica	°	°	°	°
Trazione	-	°	°	°
Piegamento	-	-	-	°
Decarburazione	°	°	°	°

Aspetto superf: (bianca, laminaz. e ricott. in atmosf. protetta). MB (grigio blù di tempra). MC (sbiancata dopo bonifica). MD (sbianc. e colorata giallo oro o blù) Esempio design. nastro classe B ricotto, forn. 5a, spess. 2 largh. 200 asp. superf. MA, fin. RL, acc. C60: Nastro UNI 7064 B-2x200 ricotto-5a-MA-RL-C60.

Dimensioni e tolleranze per nastri a freddo di acciaio

Rif. UNI-EU 140. Si applica ai nastri a freddo, non rivestiti alle bandelle ritagliate da tali nastri largh. < di 600 mm, spessore da 0,1 a 6 mm, acciai non legati e legati. La largh. di lamin. deve essere almenno 10s. Sono esclusi gli acc. inox e refratt., nastri lam. a caldo, nastri UNI 3794, 6623, EU 107, 126, 146.

- Spessori nominali da preferire e tolleranze -

Spessori nominali da preferire •	Scostamenti ammissibili sullo spessore per larghezze										
	Spessore nominale		<125			≥125<250			≥250<600		
			Tolleranze ±			Tolleranze ±			Tolleranze ±		
	≥	<	norm.	F	P	norm.	F	P	norm.	F	P
0,10;0,12	0,10	0,15	0,010	0,010	0,005	0,020	0,015	0,010	0,020	0,015	0,010
0,15;0,20	0,15	0,25	0,020	0,015	0,010	0,020	0,015	0,010	0,030	0,020	0,015
0,25;0,30;0,35	0,25	0,40	0,020	0,015	0,010	0,030	0,020	0,015	0,030	0,025	0,015
0,40;0,50	0,40	0,60	0,030	0,020	0,015	0,030	0,025	0,015	0,040	0,030	0,020
0,60;0,70;0,80;0,90	0,60	1,00	0,030	0,025	0,015	0,040	0,030	0,020	0,050	0,035	0,025
1,00;1,20	1,00	1,50	0,040	0,030	0,020	0,050	0,035	0,025	0,060	0,045	0,030
1,50;2,00	1,50	2,50	0,050	0,035	0,025	0,060	0,045	0,030	0,080	0,060	0,040
2,50;3,00;3,50	2,50	4,00	0,060	0,045	0,030	0,070	0,055	0,035	0,090	0,070	0,045
4,00;4,50;5,00;6,00	4,00	6,00*	0,080	0,060	-	0,090	0,070	-	0,100	0,080	-

F=toll. ristrette. P=toll. di precisione. (•) Possono essere forniti tutti gli altri spess. da 0,1 a 6 mm. (*) Compreso spess. 6 mm.

- Scostamenti ammissibili sulla larghezza -

bordi	spes.nom ≥	spes.nom <	Per larghezze nominali <125	≥125<250	≥250<400	≥400<600
NK	0,3	6,0*	0/+3,0	0/+3,5	0/+4,0	0/+4,5
	0,1	0,4	±0,15	± 0,20	± 0,30	± 0,30
GK	0,4	1,5	±0,20	± 0,30	± 0,40	± 0,40
	1,5	2,5	±0,30	± 0,40	± 0,50	± 0,50
	2,5	6,0	±0,40	± 0,50	± 0,60	± 0,60

Su richiesta: scostam. solo in + o - nell'intero interv. dei valori di toll. sugli spess. e per i prod. GK anche sulla larghezza.

Sc. amm. di rett. (base 1000 mm)

Largh. nom.		Toll. nor.	Tol.ris.(S
≥10	<25	5	2
≥25	<40	3,5	1,5
≥40	<125	2,5	1,25
≥125	<600	2	1

Toll. sulla lungh. delle bandelle

Lungh.nom.	Scostamenti ammis. in +	
1	lun. fis.(S)	a misura(P
≤1000	10	10
>1000≤2500	0,01x1	10
>2500	0,01x1	0,004x1

Tipi di forn. prod. lam. a freddo,largh. di lamin. <600 mm

Forma di prodotto	finitura dei bordi	Tolleranze spess. norm.	ristr.	prec.	Tolleranze largh. norm.	ristr.	prec.	Toll. rett. norm.	ristr.
nastro	NK	x	F	P	-	-	-	x	S
	GK	x	F	P	-	-	-	x	S
	SK	x	F	P	-	-	-	x	S
bandella	NK	x	F	P	x	F	P	x	S
	GK	x	F	P	x	F	P	x	S
	SK	x	F	P	x	F	P	x	S

x Tipo di fornitura consueto. Per altro indicare la lettera relativa nella design. NK=bordi naturali di lamin. GK = bordi rifilati. SK=bordi speciali (laminati, vivi arrotondati). Esempi di designaz. nastro spess. 1,7, toll. precise, largh. 180, bordi rif.,acciaio Fe P 0,2, asp. sup. MA, fin. sup.RM: Nastro UNI 5961 1,7x180-Fe P 02-P-GK-MA-RM-UNI EU 140.
Nastro B, spess. 2, toll. ristr., largh. 150, bordi rif. acc. C75, ricotto, fornit. 5a, MC, RM: Nastro UNI 7064 2Fx150-C75-ricotto-GK-5a-MC-RM- UNI EU 140.

Lamiere e nastri lam. a caldo in cont. non rivest. acc. legato e non

Rif. EN 10051 - Tolleranze dimensionali e di forma
Lamiere, nastri larghi (larghezza min. 600 mm), nastri di larghezza < di 600 mm cesoiati da nastri larghi, spess. ≤ 25 mm. Tipo di acciaio in accordo a : Euronorm 84,88-2,88-3,96,111,120,137,149-2 149-3,156. EN 10025,10093-1,10082-2,10207. prEN 10028,10113-2,10113-3, 10155 e 10208.

Esempi di designazione,
lamiera spess. 2 mm, largh. 1200 mm, bordi rif. (GK), lungh. 2500 mm, acciaio 34 Cr4 EN 10083:
Lamiera EN 10051-2,0x1200 GKx2200 acciaio EN 10083-34 Cr4.
Nastro spess. 4,5 mm, largh. 1500 mm, bordi grezzi, acc. Fe 360 B EN 10025:
Nastro EN 10051-4,5x1500 acciaio EN 10025-FE 360 B.

Toll. sullo spess. delle lamiere acc. con resist. norm. alla deformazioni alle temperature elevate.

spessore nominale	toll. per largh. nom. ≤1200	>1200 ≤1500	>1500 ≤1800	>1800
≤2,00	±0,17	±0,19	±0,21	-
>2,00≤2,50	±0,18	±0,21	±0,23	±0,25
>2,50≤3,00	±0,20	±0,22	±0,24	±0,26
>3,00≤4,00	±0,22	±0,24	±0,26	±0,27
>4,00≤5,00	±0,24	±0,26	±0,28	±0,29
>5,00≤6,00	±0,26	±0,28	±0,29	±0,31
>6,00≤8,00	±0,29	±0,30	±0,31	±0,35
>8,00≤10,0	±0,32	±0,33	±0,34	±0,40
>10,0≤12,5	±0,35	±0,36	±0,37	±0,43
>12,5≤15,0	±0,37	±0,38	±0,40	±0,46
>15,0≤25,0	±0,40	±0,42	±0,45	±0,50

Acc. alta resist.alla deformaz. a temp. elev. si aumentano i valori del: 15% per acciai di categor. B
30% per acciai di categor. C
40% per acciai di categor. D

Toll. sulla largh. delle lamiere

largh.nom.	tolleranze bor.grezzi scostamento inf.	sup.	bor.rif.(1) inf.	sup.
≤1200	0	+20	0	+ 3
>1200≤1500	0	+20	0	+ 5
>1500	0	+25	0	+ 6

(1) Prodotti di spessore ≤ 10 mm. Per spessori > 10 mm, da concord.

Toll. sulla lungh. delle lamiere

lungh.nom.	tolleranze scostamento inf.	superiore
<2000	0	+ 10
≥2000<8000	0	+0,005xlungh.nom.
≥8000	0	+ 40

Toll. di planarità acc. resist. normale alla deform. a temperature elevate. - Categoria A -

spess nom.	largh. nom.	toll. planar.	planarità speciale
≤2,00	≤1200	18	9
	>1200≤1500	20	10
	>1500	25	13
>2,00	≤1200	15	8
	>1200≤1500	18	9
	>1500	23	12

Tolleranze di planarità, acciaio ad alta resistenza alla deformazione a temperature elevate.

spess. nom.	larghezza nominale	categoria B	C	D
≤ 25	≤1200	18	23	devono
	>1200≤1500	23	30	essere
	>1500	28	38	concord.

Perpendicolarità: non magg. dell'1% della lungh. eff. della lam.
Rettilineità: non magg.dello 0,5% della lungh. effett. della lamiera per una lungh. nom. < 5000 mm.
Per lam. con lungh. nom. ≥5000 mm, e largh. ≥ 600 mm, non magg. di 20 mm su qualsiasi tratto di lungh. di 5000 mm (bordi grezzi); di 15 mm (bordi rifilati).

Tolleranze per nastri larghi e nastri stretti cesoiati:

Spessore: come per le lamiere.
Valori max di bombatura(acciaio categ. A) e differ. di spess. ammissibili per nastri lam. a caldo destinati alla lam. a freddo sono da concordare.
Larghezza: come per le lamiere.
Planarità: da concordare.
Rettilineità: largh. ≥ 600 mm non > di 20 mm su tratti lunghi 5000 mm (bordi grezzi) e 15 mm (bordi rifilati). Per larghezze < 600 mm devono essere concordate.

segue

Lamiere e nastri lam. a caldo in cont. non rivest. acc. legati e non

Incrementi delle tolleranze di spessore per gli acciai che presentano un'alta resistenza alla deformazione a temperature elevate.

Categoria B (incremento del 15%)		Categoria C (incremento del 30%)		Categoria D (incremento del 40%)	
Designazione	Norma corr.	Designazione	Norma corr.	Designazione	Norma corr.
Fe 490-2	EN 10025	360;360 QT;360TM	prEN 10208-2	480 QT;480TM	prEN10208-2
Fe 590-2	EN 10025	415;415 QT;415TM	prEN 10208-2	Fe E 490-TM;-TD	EU 149-80
Fe 690-2	EN 10025	Fe E 420 KG TM	prEN 10113-3	FeE 500 V;V KG;	EU 137-83
Fe 510 C;D1;D2	EN 10025	Fe E 420-TM;TD	prEN 10113-3	V KW;V KT	
DD1;DD2		Fe E 420-TM;-TD	EU 149-80	550 QT;550 TM	prEN10208-2
Fe 510 C 1 KI;	prEN 10155	P 420 N	prEN 10028-3	FeE 550 V;V KG;	EU 137-83
D1KI;C 2 KI;		445;445QT;445 TM	prEN 10208-2	V KW;V KT	
D2K1;DD 2 KI		FeE 460 KG N; TM	prEN 10113	Fe E 560-TM	EU 149-80/2
Fe E 355-TM;-TD	EU 149-80	Fe E 460 KT N;TM	prEN 10113	Fe E 620 V;VKG;	EU 137-83
FeE 355 KG N;TM	prEN 10113	Fe E 460 V;V KG,	EU 137-83	V KW;V KT	
FeE 355 KT N;TM	prEN 10113	V KW; V KT		FeE 690 V;V KG;	EU 137-83
PH 295	prEN 10028-2	P 460 N	prEN 10028-3	V KW;V KT	
PH 355	prEN 10028-2				
1 C 35	EN 10083-2	C 53	EU 86-70	CT 70	EU 96-79
2 C 35	EN 10083-1	1 C 55	EN 10083-2	1 CS 75	EU 132-79
C 36	EU 86-70	2 C 55	EN 10083-1	CT 80	EU 96-79
1 C 45	EN 10083-2	1 CS 55	EU 132-79	2 CS 85	EU 132-79
2 C 45	EN 10083-1	1 C 60	EN 10083-2	2 CS 100	EU 132-79
C 46	EU 86-70	2 C 60	EN 10083-1	CT 105	EU 96-79
1 C 50	EN 10083-2	1 CS 60	EU 132-79	CT 120	EU 96-79
2 C 50	EN 10083-1	1 CS 67	EU 132-79		
16 Mo 3	prEN 10028-2	25 Cr Mo 4	EN 10083-1	50 Cr Mo 4	EN 10083-1
28 Mn 6	EN 10083-1	34 Cr Mo 4	EN 10083-1	36 CrNiMo4	EN 10083-1
38 Cr 2	EN 10083-1	41 Cr Mo 4	EU 86-70	34 CrNiMo 6	EN 10083-1
46 Cr 2	EN 10083-1	42 Cr Mo 4	EN 10083-1	30 CrNiMo 8	EN 10083-1
34 Cr 4	EN 10083-1	14 Cr Ni 6	EU 84-70	51 CR V 4	EN 10083-1
41 Cr 4	EN 10083-1	20 Ni Cr Mo 2	EU 84-70	Tutti i tipi	EU 85-70
45 Cr 2	EU 86-70	17 Cr Ni Mo 7	EU 84-70	per esempio	
38 Cr 4	EU 86-70			39 Cr Mo V 13	EU 85-70
16 Mn Cr 5	EU 84-70			31 Cr Mo 12	EU 85-70
13 Cr Mo 4 5	prEN 10028-2			34 Cr Al Mo 5	EU 85-70
10 Cr Mo 9 10	prEN 10028-2			41 Cr Al Mo 7	EU 85-70
				Tutti i tipi	EU 89-71
				per esempio	
				50 Cr V 4	EU 89-71
				67 Si Cr 5	EU 132-79
				50 Cr V 4	EU 132-79
Tutti gli acc. inox ferritici e martensitici	EU 88-86 parte 2	Tutti gli acciai inox austenitici non legati al Mo	EU 88-86 parte 2 e parte 3	Tutti gli acc. inox austenit. legati al Mo	EU 88-86 parte 2 e parte 3

Non tutti i tipi di acciaio (norme EN ed Euronorm sono citati in questa nota. Gli altri tipi (design. basata su caratter. mecc., compos. chimica ovvero i tipi intermedi)si devono classificare nelle stesse categorie presenti in questa nota. Es. Ph 460 N (categ. C) come il P 460 N. 2 CS 75 (categ. D) come il 1 CS 75. 37 Cr 4 (categ. B) come il 34 Cr 4 e il 38 Cr 4.

Euronorm e norme UNI corrispondenti

Euronorm 84 - 1970 = ... UNI 8788
Euronorm 88 - 1988 = ... UNI 6900 - 6901
UNI 7500
UNI 8317
Euronorm 96 - 1979 = ... UNI 2955
Euronorm 111 - 1977 = ... UNI 2955/1-2
Euronorm 120 - 1983 = ... UNI-EU 120
Euronorm 149 - 1980 = ... UNI 8890
Euronorm 156 - 1980 = ... UNI-EU 156

Tolleranze per lamiere di acciaio lamin. a caldo, spess. ≥ 3 mm

Riferim. UNI-EN 10029 - Prescrizioni per lamiere laminate a caldo di acciai legati, non legati e inox aventi: spessore nominale ≥3 e ≤250 mm, larghezza nominale ≥ 600 mm, Rs min prescritto < 700 N/mm². Le toll. di largh. < 600mm sono da concordare.

- Tolleranze sullo spessore -

spessore nominale	classe A inf.	classe A sup.	classe B inf.	classe B sup.	classe C inf.	classe C sup.	classe D inf.	classe D sup.	Diff. max di spess. sulla stessa lamiera di larghezza nominale: ≥ 600 <2000	≥2000 <2500	≥2500 <3000	≥3000 <3500	≥3500 <4000	≥4000
≥ 3< 5	-0,4	+0,8	-0,3	+0,9	-0	+1,2	-0,6	+0,6	0,8	0,9	0,9	-	-	-
≥ 5< 8	-0,4	+1,1	-0,3	+1,2	-0	+1,5	-0,75	+0,75	0,9	0,9	1,0	1,0	-	-
≥ 8< 15	-0,5	+1,2	-0,3	+1,4	-0	+1,7	-0,85	+0,85	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
≥ 15< 25	-0,6	+1,3	-0,3	+1,6	-0	+1,9	-0,95	+0,95	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
≥ 25< 40	-0,8	+1,4	-0,3	+1,9	-0	+2,2	-1,1	+1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
≥ 40< 80	-1,0	+1,8	-0,3	+2,5	-0	+2,8	-1,4	+1,4	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
≥ 80<150	-1,0	+2,2	-0,3	+2,9	-0	+3,2	-1,6	+1,6	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
≥150≤250	-1,2	+2,4	-0,3	+3,3	-0	+3,6	-1,8	+1,8	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	-

Queste tolleranze non si applicano nelle zone molate.

- Tolleranze sulla larghezza -

Larghezza nom.	Tolleranze scost. inf.	Tolleranze scost. sup.
≥ 600 < 2000	0	+ 20
≥ 2000 < 3000	0	+ 25
≥ 3000	0	+ 30

Lamiere con bordi grezzi (NK): tolleranze da concordare. (1) Toll. per lamiere di lungh. > 20 m: da concordare.

- Tolleranze sulla lunghezza (1) -

Lunghezza nom.	Tolleranze scost. inf.	Tolleranze scost. sup.
< 4000	0	+ 20
≥ 4000 < 6000	0	+ 30
≥ 6000 < 8000	0	+ 40
≥ 8000 < 10000	0	+ 50
≥ 10000 < 15000	0	+ 75
≥ 15000 ≤ 20000	0	+100

Tolleranze di planarità normali

spessore nominale	acc. cat.L 2) lunghezza di misura 1000	acc. cat.L 2) lunghezza di misura 2000	acc. cat.H 2) lunghezza di misura 1000	acc. cat.H 2) lunghezza di misura 2000
≥ 3 < 5	9	14	12	17
≥ 5 < 8	8	12	11	15
≥ 8 < 15	7	11	10	14
≥ 15 < 25	7	10	10	13
≥ 25 < 40	6	9	8	12
≥ 40 ≤ 250	5	8	8	11

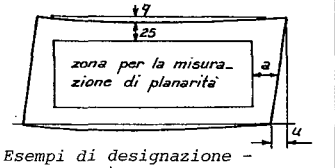
Tolleranze di planarità speciali classe S

spessore nominale	acciaio di cat.L(2) larghezza lamiera <2750 lunghezza di misura 1000	2000	larghezza lamiera ≥2750 lunghezza di misura 1000	2000	acciaio cat. H(2) lunghezza di misura 1000	2000
≥ 3 < 8	4	8	5	10	concordare	
≥ 8 ≤ 250	3	6	3	6	all'ordin.	

(2) Acciaio tipo L: lamiere con Rs prescritto ≤ 460 N/mm² non temprati ne bonificati. Acciai tipo H: lamiere con Rs > 460 e < 700 N/mm² e tutti i tipi di acciaio temprati e bonificati.

- Centinatura (q) e fuori squadro (u).- La centinatura di una lamiera deve essere tale da poter inscrivere, nel formato fornito, un rettangolo con le dimensioni della lamiera ordinata. Se concordato, q può essere limitato allo 0,2% della lunghezza effettiva e u all'1% della stessa lunghez. (G)

a = 200 mm per toll. di plan. normali; 100 mm per toll. di planarità speciali.



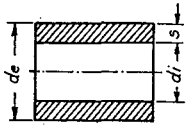
- Esempi di designazione -

-lamiera UNI EN 10029-20Ax2000x4500 acciaio UNI EN 10025-Fe 360 B.

-lamiera UNI EN 10029-5Bx2000 NKx2500 SG. acciaio EURONORM 88 X10 CrNi 18 9.

Barre cave d'acciaio non legato di qualità per lavoraz. di macchina

Esempio di designazione barra cava con de = 95 mm di = 75 mm di acciaio Fe 490 - 2:
Barra 95 x 75 Fe 490-2
UNI 7730



Qualità di acciaio	Composiz. chimica percent. (analisi di colata) C	Si	Mn	P	S
Fe 490-1	≤ 0,20	≤ 0,50	≤ 1,6	≤ 0,055	≤ 0,045
Fe 490-2	0,32 ÷ 0,39	0,15 ÷ 0,40	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,035

Caratteristiche meccaniche: Stato di forn.	Spess. parete mm oltre	a	R N/mm²	ReL N/mm²	A min %
finito a caldo		16	490-610	335	21
	16	30		315	
	30			295	
Normalizzato		16		345	
	16	30		325	
	30			315	
finito a caldo		16	490-640	275	
	16			265	
Normalizzato		16	490-610	275	
				265	

Dimensioni nominali in mm

de	di (serie) 1	2	3	4	5
32	-	-	20	-	16
36	25	-	20	-	16
40	28	-	25	-	20
45	32	-	28	-	20
50	36	-	32	-	25
56	40	-	36	-	28
63	50	45	40	36	32
71	56	50	45	40	36
75	60	56	50	45	40
80	63	56	50	45	40
85	67	61	55	50	45
90	71	67	63	56	50
95	75	69	63	56	50
100	80	75	71	63	56
106	85	80	71	63	56
112	90	85	80	71	63
118	95	90	80	71	63
125	100	95	90	80	71
132	106	98	90	80	71
140	112	106	100	90	80
150	125	118	106	95	80
160	132	122	112	100	90
170	140	130	118	110	100
180	150	140	125	112	100
190	160	150	132	118	106
200	160	-	140	-	112
212	170	-	150	-	125
224	180	-	160	-	132
236	190	-	170	-	140
250	200	-	180	-	150

Barre cave senza saldatura, a pareti spesse, destinate alla fabbricazione di pezzi lavorati tubolari e anulari.
Fornite, di regola allo stato finito a caldo. Previo accordo: Stato normalizzato o altro trattamento termico.
Salvo accordi contrari le barre cave finite a freddo sono fornite allo stato normalizzato.
Tolleranze dimensionali non superiori a: de +2%/0 con minimo di 1 mm; spessore di parete s non minore del 95% dello spessore risultante da (de-di)/2.
Lunghezze: salvo diversa richiesta, le barre cave vengono fornite in lunghezze correnti. All'ordinazione si può richiedere barre cave in lunghezze fisse sulle quali sono ammesse le tolleranze seguenti:
lungh. - di 3 m, secondo accordo,
lungh. da 3 a 6 m +10/0 mm.
lungh. = di 6 m +15/0 mm.
Saldabilità: L'acc. F 490 - 1 2 considerato come saldabile, quello F 490-2 richiede delle precauzioni. Tuttavia la saldabilità generale di questi acciai non può essere garantita.

Tubi lisci di acciaio saldati e senza saldatura

Direttive sulle dimens. dei tubi di acciaio per le normazioni nazionali e internazionali.
Classificazione dei diam. esterni
Serie 1: serie per cui sono normalizzati tutti gli accessori per costruire una linea di tubazioni.
Serie 2: serie per cui non sono normalizzati tutti gli accessori.
Serie 3: Applic. partic. Non esistono access. norm. Alcuni Ø possono essere in futuro soppressi.

Selezione ridotta, dimens. prefer. tubi e access. sald. del gruppo 1 disponibili e normalizz. (Gamma D esclusa per accessori saldati).
Gamme D,E,F,G, acc. legato e non.
Gamme A,B,C,D,E,F,G, acc. inox.

Ø est. Ser. 1	Spessore preferenziale per gamme: A	B	C	D	E	F	G
10,2	1,6	-	-	-	1,6	2	2,3
13,5	1,6	-	-	1,6	2	2,3	2,6
17,2	1,6	-	-	1,6	2	2,3	3,2
21,3	1,6	-	-	1,8	2	3,2	4
26,9	1,6	-	-	1,8	2	3,2	4
33,7	1,6	2	-	2	2,3	3,2	4,5
42,4	1,6	2	-	2,3	2,6	3,6	5
48,3	1,6	2	-	2,3	2,6	3,6	5
60,3	1,6	2	2,3	2,3	2,9	4	5,6
76,1	1,6	2,3	2,6	2,6	2,9	5	7,1
88,9	2	2,3	2,9	2,9	3,2	5,6	8
114,3	2	2,6	2,9	3,2	3,6	6,3	8,8
139,7	2	2,6	3,2	3,6	4	6,3	10
168,3	2	2,6	3,2	4	4,5	7,1	11
219,1	2	2,6	3,6	4,5	6,3	8	12,5
273	2	3,6	4	5	6,3	10	14,2
323,9	2,6	4	4,5	5,6	7,1	10	16
355,6	2,6	4	5	5,6	8	11	17,5
406,4	2,6	4	5	6,3	8,8	12,5	20
457	3,2	4	5	6,3	10	14,2	22,2
508	3,2	5	5,6	6,3	11	16	25
610	3,2	5,6	6,3	6,3	12,5	17,5	30
711	4	6,3	7,1	7,1	14,2	20	32
813	4	7,1	8	8	16	22,2	36
914	4	8	8,8	10	17,5	25	40
1016	4	8,8	10	10	20	28	45
1067	-	8,8	10	11	Spess. D,E di		
1118	-	8,8	10	11	solito tubi a		
1219	-	10	11	12,5	estr. lisce e		
1422	-	12,5	14,2	14,2	impieghi gen.		
1626	-	14,2	16	16	A,B,C,di rego		
1829	-	14,2	16	17,5	la acc. inox;		
2032	-	16	17,5	20	in alcuni ca-		
2235	-	17,5	20	22,5	si in altri		
2540	-	20	22,2	25	tipi di acc.		

*Serie s (gruppo 1)=0,5-0,6-0,8-1-1,2-1,4-1,6-1,8-2-2,3-2,6-2,9-3,2-3,6-4-4,5-5-5,4-5,6-6,3-7,1-8-8,8-10-11-12,5-14,2-16-17,5-20-22,5-25-28-30-32-36-40-45-50-60-65.
(gruppo2)=0,5-0,8*-1-1,2*-1,5-1,8*-2-2,2°-2,5-2,8*-3-3,5*-4-4,5*-5-5,5*-6-7*- 8 - 9-10-11*-12,5-14*-16-18*-20-22*-25.(*) uso eccezionale.

Gruppo 1 - Impieghi generali: Serie 2 Øe	s*	Serie 3 Øe	s*
12	0,5÷3,2	14	0,5÷3,6
16	0,5÷4	18	0,5÷4,5
19	0,5÷5	22	0,5÷5,4
20	0,5÷6	25,4	0,5÷6,3
25	0,5÷6,3	30	0,5÷8
31,8	0,5÷8	35	0,5÷8,8
32	0,5÷8	44,5	0,5÷12,5
38	0,5÷10	54	0,5÷12,5
40	0,5÷10	73	0,8÷17,5
51	0,6÷12,5	82,5	0,8÷27,5
57	0,6÷14,2	108	1,2÷30
63,6	0,6÷16	141,3	1,6÷40
70	0,8÷17,5	152,4	1,6÷45
101,6	1,2÷28	159	1,6÷45
127	1,6÷36	177,8	1,8÷55
133	1,6÷40	193,7	1,8÷60
762	4÷65	244,5	2÷65
1168	5÷65	559	3,2÷65
1321	5,6÷65	660	4÷65
1524	6,3÷65	864	4÷65
1727	7,1÷65	-	-
1930	8÷65	-	-
2134	8,8÷65	-	-
2337	10÷65	-	-
2438	10÷65	-	-
Gruppo 2 - Di precisione			
4	0,5÷1,2	14	0,5÷3,5
5	0,5÷1,2	18	0,5÷4,5
6	0,5÷2	22	0,5÷5
8	0,5÷2,5	28	0,5÷8
10	0,5÷2,5	30	0,5÷8
12	0,5÷3	35	0,5÷8
16	0,5÷4	45	0,8÷12,5
20	0,5÷5	55	0,8÷14
25	0,5÷6	90	1,2÷22
32	0,5÷8	110	1,2÷25
38	0,5÷10	140	1,8÷25
40	0,5÷10	180	5÷25
50	0,8÷12,5	220	7÷25
60	0,8÷16	240	7÷25
70	0,8÷16	260	7÷25
80	0,8÷18	Mas.lin.=0,0246615x	
100	1,2÷25	x (D - s) x s (kg)	
120	1,8÷25	Per acciaio inoss.:	
160	1,8÷25	austen. x per 1,015	
200	6÷25	ferrit. x per 0,985	

(Riferimento UNI-ISO 4200)

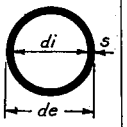
Tubi di precisione di acciaio senza saldatura ad estremità lisce

Tubi per usi richiedenti dimens. precise, spess. sott., finit. superf.

Tipo di acciaio	Composizione chim. % – Analisi di colata C	Si	Mn	SeP	Caratteristiche meccaniche – Grezzo di trafil. BK R	A	Leggerm. incr. BKW R	A	Ricotto GBK R	A	Normalizzato NBK R	ReH	A
	max	max	max	max	min	%	min	%	min	%	min	min	%
Fe 280*	0,13	-	0,60		400	6	350	10	270	27	280	155	25
Fe 320*	0,16	-	0,70		420	6	370	10	320	27	320	195	25
Fe 360*	0,17	0,35	0,8	0,050	450	6	400	9	340	26	360	215	24
Fe 410	0,21	0,35	1,2		520	5	450	8	400	24	410	235	22
Fe 480	0,23	0,35	1,5		550	4	550	7	480	23	490	285	21

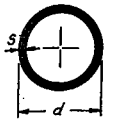
Dimensioni (concordano con la ISO 3304) e tolleranze

Diametro esterno de	toll. ±	Spessore - toll: Ø4-5±20%, Ø6-8±15%, Ø10-200±10% con un min di 0,12 mm – 0,5	0,8*	1	1,2*	1,5	1,8*	2	2,2*	2,5	2,8*	3	3,5*	4	4,5*	5	5,5*	6	7*	8	9*	10	11	12,5
		Tolleranze ± sul diametro interno (in decimi di mm)																						
4-5	±0,10	30	30	30																				
6		25	25	25	30																			
8		20	20	20	30	30	35	35	40	40														
10		15	15	20	25	25	30	30	35	35														
12		15	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40												
14		10	10	10	15	15	20	20	25	25	30	30												
15		10	10	10	10	15	20	20	25	25	30	30												
16		10	10	10	10	10	15	15	20	20	30	30	30	35										
18		10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	35	35										
20		10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	20	30	35	35	35								
22		10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	20	30	35	35								
25		10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	20	20	30								
26*		10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	20	30	30	30						
28		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	20	30	30						
30		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	30	30						
32	±0,15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30						
35		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20					
38		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	25				
40		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	25				
42	±0,20			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30		
45				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25		
48-50				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
55-60	±0,25			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
63-70	±0,30			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
76-80	±0,35			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
90	±0,40					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
100	±0,45						45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
110-120	±0,50							50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
130-140	±0,65											65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
150	±0,75	Variazioni ammissibili										75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
160	±0,80	Ø dei tubi GBK e NBK												80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
170	±0,85	rapporto s/de:												85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
180	±0,90	>1/20 ≤1/40 toll. x 1,5														90	90	90	90	90	90	90	90	90
190	±0,95	>1/40 ≤1/60 toll. x 2																95	95	95	95	95	95	95
200	± 1,0	>1/60 toll. x 2,5																1,0 mm						



* E' ammesso l'uso di acciaio effervescente. • usare solo per eccezione. Per condotte idriche usare tubi ricotti o normalizzati. Lunghezze tubi: di fabbricazione (da 2 a 7 m), fisse (da precisare all'ordine). Esempio di designazione tubo de=40 mm, s = 2 mm, materiale Fe 490 ricotto: Tubo UNI 7945-40x2-Fe490-GBK

Tubi senza saldatura, estremità lisce di acciaio non legato di qualità



Tubi senza sald. con estrem. lisce, finiti a caldo, acc. non legato di qual. per costruz. generali ed applicaz. meccaniche L'acc. Fe 360 può essere semicalm., gli acc. Fe 510 e 540 devono essere completamente calmati. Esempio di design. tubo con s = 16, d = 60,3, acc. Fe 360 ordinato con controllo generico: Tubo UNI 7729-16x60,3-Fe 360-Atte stato conformità ordinazione.

Qualità acciaio	Composizione chimica percent. (analisi di colata C	Mn	Si	P	S	Caratter. meccan. R N/mm²	ReL min N/mm²	A min %
Fe 360	≤0,17	0,40÷0,80	≤0,35	0,045	0,045	360÷480	215	24
Fe 510	≤0,20 (1)	≤1,50	≤0,50	0,040	0,040	510÷660	355(2)	20
Fe 540	0,32÷0,39	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,035	0,035	540÷660	275	20

(1) Per tubi con s > 16 mm, C ≤ 0,22. (2) Per tubi con s ≤ 16 mm, s > 16 e ≤ 40, ReL ≥ 345 N/mm². s > 40 mm, ReL da concordare

d	spessore s 6,3	7,1	8,0	10	12,5	16	20	25	30	36	40	45	50	55	60	65
33,7	x	x	x													
38	x	x	x													
42,4	x	x	x	x												
48,3	x	x	x	x	x											
60,3	x	x	x	x	x	x										
76,1	x	x	x	x	x	x	x									
88,9	x	x	x	x	x	x	x	x								
101,6	x	x	x	x	x	x	x	x								
114,3	x	x	x	x	x	x	x	x								
139,7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
168,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
193,7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
219,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
244,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
273	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
323,9		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
355,6			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
406,4				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

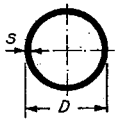
Gli acciai Fe 360 e Fe 510 sono generalmente considerati come saldabili, per il Fe 540 sono richieste delle precauzioni. Comunque la saldabilità non può essere garantita: il loro comportamento dipende anche dalle condizioni di saldatura e dalla loro utilizzazione.

Stato di fornitura: forniti di regola, allo stato finito a caldo, su richiesta, allo stato normalizzato o con altri trattamenti.

All' ordinazione possono essere concordate misure diverse, purché contemplate dalla norma UNI-ISO 4200.

Sono forniti in lunghezze correnti, se richiesti in lunghezze fisse hanno le seguenti tolleranze:
lunghezze < 6 m: 10/0
lunghezze ≥ 6 m: 15/0
Toll. dimens. su d ± 1% con min. ± 0,5 mm. su s, s/d ≤ 3% ± 15%; con s/d > 3% ≤ 10% ± 12,5%. s/d > 10%: d ≤ 168,3 ± 12,5%; d > 168,3 ± 10%. (s e d nominali)
Toll. di forma: Errore di rettil. su lungh. tot. non > dell' 1,5%. (toll. più ristr. da concordare).
Salvo diverso accordo sono ammesse tolleranze di circolarità e di concentricità nei limiti di tolleranza rispettivamente di d e di s.

Tubi senza saldatura di acciaio non legato, lisci per usi generici



Riferimento UNI 663. Tubi per impieghi generici o aventi esigenze particolari. Sono esclusi: tubi di precisione, da gas, da caldaie, da trivellazione.

a) Classe normale - Acciai calmati sottoposti a prove idrauliche, meccaniche e chimiche corrispondenti alle prescrizioni del tipo di acciaio richiesto. b) Classe superiore - Come la normale e, a richiesta con prove di allargamento, di bordatura e di schiacciamento.

Categoria	Designaz.	Composizione chimica percentuale C	Mn	Si	P	S
a) classe normale	Fe 35-1	≤0,18	-	-	≤ 0,045	≤ 0,045
	Fe 45-1	≤0,22	-	-	≤ 0,045	≤ 0,045
	Fe 55-1	≤0,36	-	-	≤ 0,045	≤ 0,045
	Fe 52-1	≤0,26	-	-	≤ 0,045	≤ 0,045
b) classe superiore	Fe 35-2	≤0,17	≥0,40	0,10÷0,35	≤ 0,035	≤ 0,035
	Fe 45-2	≤0,22	≥0,50	0,10÷0,35	≤ 0,035	≤ 0,035
	Fe 55-2	≤0,36	≥0,50	0,10÷0,35	≤ 0,035	≤ 0,035
	Fe 52-2	≤0,20	≤0,20	0,10÷0,55	≤ 0,035	≤ 0,035

- Caratteristiche meccaniche -

Categoria	Designaz.	R N/mm²	Rs min N/mm²	A min %	resilien. KV min J/cm²	allargam. bordatura schiacc.
a) classe normale	Fe 35-1	345÷440	235	25	-	-
	Fe 45-1	440÷540	255	21	-	-
	Fe 55-1	540÷635	335	17	-	-
	Fe 52-1	510÷635	355	20	-	-
b) classe superiore	Fe 35-2	345÷440	235	28	-	(1) (2) (3)
	Fe 45-2	440÷540	255	23	-	(1) (3)
	Fe 55-2	540÷635	335	18	-	(3)
	Fe 52-2	510÷635	355	22	34	(3)

(1) Prove di allarg. (UNI 5466) D≤152,4, s≤8,8. (2) Prove di bordatura (UNI 5467) D≤152,4 e s≤10% di D per tubi fino a D=51 ≤8% fino a D>51 a 108, ≤6% fino a D>108 a 152,4. (3) Prove di schiacciam. (UNI 5468) D≤406,4 ≤ del 15% di D.

Tolleranze sul diametro esterno D (tubi finiti a caldo)

estremità non calibrate		estremità calibrate		lungh. estr. cal.
Ø fino a 51	± 0,5 mm	Ø fino a 82,5	± 0,4 mm	1 diam. esterno con min. 100 mm e max 300 mm.
Ø > 51 ÷ 470	± 1 %	Ø >82,5 ÷ 419	± 0,5 %	
Ø > 470	± 1,5 %	Ø > 419	± 1 %	

Tolleranze sullo spessore s (tubi finiti a caldo)

Ø fino a 130 { + non specific. / - 10% (-15%)
Ø>130÷323,9 { + 12,5% / - 12,5% (-17,5%)

Ø>323,9 { spess. fino al 50% degli spess. norm. { +12,5% / -15% (-17,5%)
spess. che sup. gli sp.n. oltre il 50% { +15% / -15% (-20%)

I valori fra parentesi sono ammessi solo in singole zone per lunghezze fino a 2 diametri esterni e comunque non maggiori di 300 mm

Tolleranze su D e s dei tubi finiti a freddo

Diametro esterno D	Spessore s	
Ø fino a 25 ±0,25 mm	Ø int. fino a 7 { +12% / -12% (-14%)	con un min. di ± 0,10 mm per spessori ≤ 0,80 mm.
Ø > 25 ÷ 51 ±0,35 mm		
Ø >51÷168,3 ±0,75 %	Ø int. oltre 7 { +10% / -10% (-12%)	

Dimensione dei tubi: UNI-ISO 4200
Lunghezze commerciali 4 - 8 metri
lungh. di fabbricaz. min. 1,5 m.
lungh. fisse da prec. all'ordine.

Tubi senza saldatura o saldati di acciaio non legato di base

Riferim. UNI 7287 (tubi senza sald.) Riferim. UNI 7288 (tubi saldati) estremità lisce.

Tubi destinati al trasporto di fluidi od altri impieghi per i quali é richiesta la tenuta stagna. Devono essere atti alle saldature e alle normali lavorazioni

Tipo di acciaio	Composizione chimica perc. (analisi di colata) P max	S max	Prova di trazione R N/mm²	A min %
Fe 320	0,06	0,06	320÷530	15

senza saldatura (UNI 7287) d mm	s mm	massa kg/m	d mm	s mm	massa kg/m	saldati (UNI 7288) d mm	s mm	massa kg/m	d mm	s mm	massa kg/m
10,2	1,6	0,339	168,3	4,5	18,2	13,5	1,6	0,490	219,1	4,5	23,8
13,5	1,8	0,519	219,1	6,3	33,1	17,2	1,6	0,616	273	5,0	33,0
17,2	1,8	0,684	273	6,3	41,4	21,3	1,8	0,866	323,9	5,6	44,0
21,3	2	0,952	323,9	7,1	55,5	26,9	1,8	1,11	355,6	5,6	48,3
26,9	2	1,23	355,6	8	68,6	33,7	2,0	1,56	406,4	6,3	62,2
33,7	2,3	1,78	406,4	8,8	86,3	42,4	2,3	2,27	457	6,3	70,0
42,4	2,6	2,55	457	10	110	48,3	2,3	2,61	508	6,3	77,9
48,3	2,6	2,93	508	11	135	60,3	2,3	3,29	610	6,3	93,8
60,3	2,9	4,11	610	12,5	184	76,1	2,6	4,71	711	7,1	123
76,1	2,9	5,24	-	-	-	88,9	2,9	6,15	762	8,0	149
88,9	3,2	6,76	-	-	-	101,6	3,2	7,77	813	8,0	159
101,6	3,6	8,70	-	-	-	114,3	3,2	8,77	864	10,0	211
114,3	3,6	9,83	-	-	-	139,7	3,6	12,1	914	10,0	223
139,7	4	13,4	-	-	-	168,3	4,0	16,2	1016	10,0	248

Lunghezze - Sono forniti normalmente in lunghezze correnti da 4 a 8 metri. Secondo accordi all'ordinazione possono essere forniti in lunghezze maggiori. Ogni tubo é sottoposto a prova idraulica alla pressione di 50 bar per 5 secondi.

- Tolleranze sul diametro -

Senza saldatura		Saldati	
Ø fino a 50 mm	± 0,5 mm	Ø fino a 50 mm	± 0,5 mm
Ø oltre 50 mm	± 1 %	Ø >50 fino a 200 mm	± 1 %
		Ø >200 fino a 1000 mm	±0,005d+1mm
		Ø oltre 1000	± 6 mm

- Tolleranze sullo spessore -

Scostamento super. non limitato
Scostamento infer. - 15 % e - 18 % in zone isolate ≤ di 2 d

Scostamento superiore limitato dalla tolleranza di massa (ISOTa) secondo UNI-ISO 5252.
Scostamento inferiore - 12,5 %

- Tolleranza sulla lunghezza -

Può essere fornito, il 6% in lunghezze più corte, ma non minori di 2,5 metri. Lunghezze limitate ± 500 mm. Lungh. fisse =6m+10/0mm

oltre 6 metri + 15/0 mm. Possono essere convenute tolleranze più ristrette, secondo accordo particolare all'ordinazione.

- Tolleranze sulla massa lineica -

± 10 % per ogno tubo. ± 7,5 % per lotto di almeno 10 t.

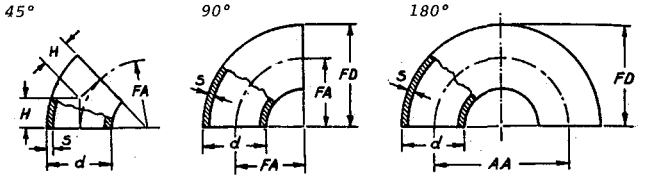
- Esempi di designazione -

Tubo UNI 7287 - 48,3.

Tubo UNI 7288 - 101,6.

Curve da saldare, tipi 3D e 5D, senza prescrizione di qualità

Curve ottenute da tubi senza sald. (UNI 7287) o saldati (UNI 7288)



AA = 2FA ; FD = FA + 0,5d

Esempio design. curva tipo 3D a 90°, d=42,4:Curva UNI 7929-3D-90-42,4

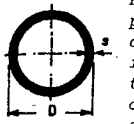
Qualità di acciaio	Composizione chimica perc.		Prova di trazione	
	P max	S max	R N/mm	A min %
Fe 320	0,05	0,05	320÷520	15

Dimensioni e tolleranze

Diam. est. d	Toll su d	s Toll -15%	Tipo 3D FA	Tolleranze su FA-H	FD	AA	H	Tipo 5D FA	Tolleranze su FA	FD	AA	H	Toll. su H
26,9		2	29				14	57				24	
30 •		2,3	34				14	62				27	
33,7		2,3	38	±2,5		±8	22	72				30	
38 •		2,6	45				24	82				34	
42,4	+1,6	2,6	48				25	93				38	
44,5•	-0,8	2,6	51				26	98				40	
48,3		2,6	57				29	108	±2,5		±8	45	±2,5
54 •		2,6	69				32	123				51	
57		2,9	72				33	128				54	
60,3		2,9	76				35	135		±8		57	
70 •		2,9	92		±6		42	160				66	
76,1		2,9	95	±3		±10	44	175				73	
88,9		3,2	114				51	205				86	
101,6	±1,6	3,6	133				57	237				97	
108 •		3,6	143				64	252				105	
114,3		3,6	152				64	270				112	
133 •		4	181				75	312	±5		±12	129	±5
139,7		4	190				79	330				137	
159 •	+2,4	4,5	216				90	375				155	
168,3	-1,6	4,5	229	±4		±14	95	390	±10		±20	162	±10
193,7•		5,4	270				112	455				189	
219,1		5,9	305				127	510	±12,5		±25	213	±12,5
244,5•		6,3	340				141	580				240	
273		6,3	381	±5		±16	159	650	±15		±30	269	±15
323,9		7,1	457				190	775	±17,5	±12	±35	319	±17,5
355,6	+4	8	533	±10	±12	±20	222	850	±20		±40	352	±25
368 •	-3,2	8	533				222	880				365	
406,4		8,8	610				254	970	±25		±50	402	±25
419 •		10	610	±15		±30	254	1000				414	
457		10	686				286	1122				464	
508		11	762	±35	±18	±70	318	1245	±40	±20	±80	515	±40
559 •	+6,4	12,5	838				343	1325				548	
610	-4,8	12,5	914	±50	±25	±100	381	1500	±50	±25	±100	621	±50

• Misure possibilmente da evitare perché suscettibili di soppressione

Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato filettabili



Rif. UNI 8863 - Composizione chimica del materiale (acciaio non legato) caratteristiche meccaniche, dimensioni, massa lineica, tolleranze e condizioni di fornitura di tubi senza saldatura (S) e saldati (W) filettati secondo UNI-ISO 7/1, nella serie leggera (L), media (M) e pesante (P). La scelta del procedim. di elaboraz. e di disossid. é lasciata al fabbric.

- Composizione chimica % e caratteristiche meccaniche -

Qualità di acciaio	Prova di trazione: Carico unitario di rottura R N/mm²	Carico unitario di snerv. ReH min	Allungamento A min %	Composiz. chimica % (analisi di colata): C max	Mn max	P max	S max
Fe 330	330÷520	210	22	0,17	0,65	0,040	0,040

Des. abbr.	Dia. nom.	D	s	D max	D min	Massa lin. (1)	Massa lin. (2)
Serie leggera							
3/8	10	17,2	2	17,4	16,7	0,742	0,748
1/2	15	21,3	2,3	21,7	21	1,08	1,09
3/4	20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40
1	25	33,7	2,9	34	33,2	2,20	2,22
11/4	32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85
11/2	40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28
2	50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56
21/2	65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85
3	80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72
4	100	114,3	4	114,9	113	10,8	11,1
Serie media							
3/8	10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,839	0,845
1/2	15	21,3	2,6	21,8	21	1,21	1,22
3/4	20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57
1	25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43
11/4	32	42,4	3,2	42,9	42	3,10	3,13
11/2	40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60
2	50	60,3	3,6	60,9	59,7	5,03	5,10
21/2	65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54
3	80	88,9	4	89,5	88	8,36	8,53
4	100	114,3	4,5	115	113,1	12,2	12,5
Serie pesante							
3/8	10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03
1/2	15	21,3	3,2	21,8	21	1,44	1,45
3/4	20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88
1	25	33,7	4	34,2	33,3	2,93	2,95
11/4	32	42,4	4	42,9	42	3,79	3,82
11/2	40	48,3	4	48,8	47,9	4,37	4,41
2	50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26
21/2	65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05
3	80	88,9	5	89,5	88	10,3	10,5
4	100	114,3	5,4	115	113,1	14,5	1',8

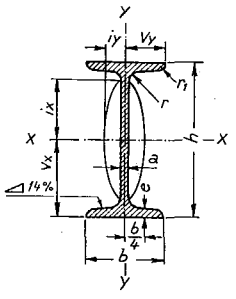
I tubi di questa norma sono normalmente destinati al convogliamento di fluidi in pressione.
Massa lineica (kg/m) estremità (1) lisce, (2) filett.e manicott.

- Tolleranze -
Spessore: + non limitato.
- 10% per tubi saldati.
- 12,5% per tubi senza saldatura.

Ovalizzazione:
Ammessa una ovalizzazione restante nei limiti di tolleranza del diametro esterno.
Massa lineica:
Tubi saldati + 10% per tubo singolo; ± 5% per lotti di almeno 10 t
Tubi senza saldatura ± 10% per singolo tubo; ± 7,5% per lotti di almeno 10 t.

Fornitura -
saldati: lunghezze 6 metri col 10% non minore di 4 metri; non saldati da 4 a 7 metri.
Estremità:
lisce; con filettatura conica secondo UNI-ISO 7/1 alle due estremità con o senza manicotto.
Esempio di designazione e ordinazione di 800 kg (*) di tubo saldato con diametro esterno di 76,1 mm filettato, manicottato e zincato:
Tubo UNI 8863-800-w-76,1x36-
-filettato-manicottato-zincato.
(*) in alternativa: la lunghezza totale in m, o il numero dei tubi.

Profilati di acciaio laminati a caldo



Travi IPN

Esempio di designazione per trave con h = 200:
IPN UNI 5679 - 200

Aggiungere il materiale (di regola scelto tra gli acciai EN 10025 indicandone la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale oppure lunghezza fissa a richiesta).

Dati di calcolo: Vx (cm) = h:2, Vy (cm) = b:2.

asse x-x		asse y-y		massa
Wx (cm^3) = Ix : Vx	ix (cm) = $\sqrt{Ix:A}$	Wy (cm^3) = Iy : Vy	ix (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	lineica (kg/m) = 0,785xA

Design. IPN	dimensioni h	b	a=r (mm)	e	r_1	Sezione A cm^2	x-x Ix cm^4	y-y Iy cm^4
80	80	42	3,9	5,9	2,3	7,57	77,7	6,28
100	100	50	4,5	6,8	2,7	10,6	170	12,1
120	120	58	5,1	7,7	3,1	14,2	327	21,4
140	140	66	5,7	8,6	3,4	18,2	572	35,1
160	160	74	6,3	9,5	3,8	22,8	934	54,6
180	180	82	6,9	10,4	4,1	27,9	1444	81,2
200	200	90	7,5	11,3	4,5	33,4	2138	116
Travi IPN non normalizzate								
220	220	98	8,1	12,2	4,9	39,5	3055	162
240	240	106	8,7	13,1	5,2	46,1	4239	220
260	260	113	9,4	14,1	5,6	53,3	5735	287
280	280	119	10,1	15,2	6,1	61,0	7575	363
300	300	125	10,8	16,2	6,5	69,0	9785	450
320	320	131	11,5	17,3	6,9	77,7	12490	554
360	360	143	13,0	19,5	7,8	97,0	19580	816
400	400	155	14,4	21,6	8,6	118	29210	1158
450	450	170	16,2	24,3	9,7	147	45790	1722
500	500	185	18,0	27,0	10,8	179	68650	2474
600	600	215	21,6	32,4	13,0	254	138800	4679

Tolleranze dimensionali

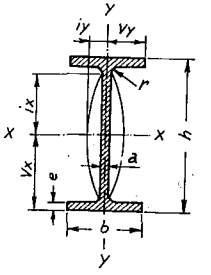
dim. nom. h	80a140	160	180 200	220	240e260	280e300	320a400	450a600
scost.lim.su h	±2			±3				±4
scost.lim.su b	±1,5		±2	±2	±2,5		±3	
scost.lim.su a	±0,5			±0,5		±5%di a		
scost.lim.su e	±0,5	±1		-1			-1,5	

Tolleranze geometriche

dimensione h	≤100	>100≤200	dimensioni b o h
perpendicol. t	≤1		(b<100)≤1 (b>100)≤1,5% di b
simmetria s	≤1		(b<100)≤1 (b>100)≤1% di b
rett.trasv. f	≤0,5	≤1	(h>200≤400)≤1,5 (h>400)≤2
rett.long. q	≤0,0015 di L		(h≤400)≤0,15%di L(h>400)≤0,10% di L

Tolleranze sulla lunghezza L delle barre
correnti: ±50, +100/0, 0/-100 (da precisare all'ordine).
ristrette: ±25, ±10, ±5 (da concordare all'ordine).

Profilati di acciaio laminati a caldo



Travi IPE ad ali strette parallele

Esempio di designazione per trave con h = 200:
IPE UNI 5398 - 200

Aggiungere il materiale (di regola scelto tra gli acciai EN 10025 indicandone la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale oppure, lunghezza fissa a richiesta).

Dati di calcolo: Vx (cm) = h:2, Vy (cm) = b:2.

asse x-x		asse y-y		massa
Wx (cm^3) = Ix : Vx	ix (cm) = $\sqrt{Ix:A}$	Wy (cm^3) = Iy : Vy	ix (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	lineica (kg/m) = 0,785xA

Design. IPE	dimensioni h	b	a (mm)	e	r	Sezione A cm^2	x-x Ix cm^4	y-y Iy cm^4
80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	80,1	8,49
100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	171	15,9
120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	318	27,7
140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	541	44,9
160	160	82	5,0	7,4	9	20,1	869	68,3
180	180	91	5,3	8,0	9	23,9	1317	101
200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	1943	142
220	220	110	5,9	9,2	12	33,4	2772	205
240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	3892	284
270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	5790	420
300	300	150	7,1	10,7	15	53,8	8356	604
330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	11770	788
360	360	170	8,0	12,7	18	72,7	16270	1043
400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	23130	1318
450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	33740	1676
500	500	200	10,2	16,0	21	116	48200	2142
550	550	210	11,1	17,2	24	134	67120	2668
600	600	220	12,0	19,0	24	156	92080	3387

Tolleranze dimensionali

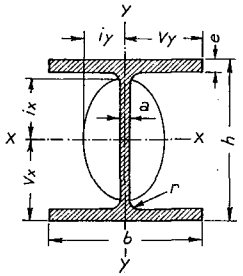
dimensioni nomin. h	≤120	>120 ≤180	>180 ≤270	>270 ≤360	>360 ≤400	>400 ≤500	>500
scostam. limite su h	±2	+3 -2	±3			±4	±5
scostam. limite su b	±2	+3 -2	±3		±4		
scostam. limite su a	±0,5	±0,75		±1			
scostam. limite su e	±1	±1,5		±2			

Tolleranze geometriche

dimensione h	≤120	>120	>120≤270	>270	>120≤360	≤360	>360
perpendic. t	≤0,010b	≤0,015b	-	-	-	-	-
simmetria s	≤1,5	-	≤2,5	≤3,5	-	-	-
rett.tras. f	≤1	-	-	-	≤1,5	-	≤2
rett.long. q	-	-	-	-	-	≤0,0015L	≤0,0010L
rett.bordi u	per h≤300: ≤0,003L. per h>300: ≤0,002L.						

Tolleranze sulla lungh. L delle barre: correnti ±50 +100/0 0/-100
ristrette ±25, ±10, ±5 (da concordare all'ordine).

Profilati di acciaio laminati a caldo



Travi HE ad ali larghe parallele
Serie A (leggera) B (normale) M (rinforzata)

Es. designaz. per trave con h = 200 serie A:
HE UNI 5397 - 200

Aggiungere il materiale, (di regola scelto tra gli acciai EN 10025 indicandone la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale oppure lunghezza fissa a richiesta).

Dati di calcolo: Vx (cm) : h:2, Vy (cm) = b:2

asse x-x		asse y-y		massa
Wx (cm^3) = Ix : Vx	ix (cm) = $\sqrt{Ix:A}$	Wy (cm^3) = Iy : Vy	ix (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	lineica (kg/m) = 0,785xA

Design. HE		dimensioni h	b	a (mm)	e	r	Sezione A cm^2	x-x Ix cm^4	y-y Iy cm^4
100	A	96	100	5	8	12	21,2	349	134
	B	100	100	6	10		26,0	450	167
	M	120	106	12	20		53,2	1143	399
120	A	114	120	5	8	12	25,3	606	231
	B	120	120	6,5	11		34,0	864	318
	M	140	126	12,5	21		66,4	2018	708
140	A	133	140	5,5	8,5	12	31,4	1033	389
	B	140	140	7	12		43,0	1509	550
	M	160	146	13	22		80,6	3291	1144
160	A	152	160	6	9	15	38,8	1673	616
	B	160	160	8	13		54,3	2492	889
	M	180	166	14	23		97,1	5098	1759
180	A	171	180	6	9,5	15	45,3	2510	925
	B	180	180	8,5	14		65,3	3831	1368
	M	200	186	14,5	24		113,3	7483	2580
200	A	190	200	6,5	10	18	53,8	3692	1336
	B	200	200	9	15		78,1	5696	2003
	M	220	206	15	25		131,3	10642	3651
220	A	210	220	7	11	18	64,3	5410	1955
	B	220	220	9,5	16		91,0	8091	2843
	M	240	226	15,5	26		149,4	14605	5012
240	A	230	240	7,5	12	21	76,8	7763	2769
	B	240	240	10	17		106,0	11259	3923
	M	270	248	18	32		199,6	24289	8153
260	A	250	260	7,5	12,5	24	86,8	10455	3668
	B	260	260	10	17,5		118,4	14919	5135
	M	290	268	18	32,5		219,6	31307	10449
280	A	270	280	8	13	24	97,3	13673	4763
	B	280	280	10,5	18		131,4	19270	6595
	M	310	288	18,5	33		240,2	39547	13163

segue

segue: Travi HE ad ali larghe parallele

Design. HE		dimensioni h	b	a (mm)	e	r	sezione A cm^2	X-X Ix cm^2	Y-Y Iy cm^2
300	A	290	300	8,5	14	27	112,5	18263	6310
	B	300	300	11	19		149,1	25166	8563
	M	340	310	21	39		303,1	59201	19403
320	A	310	300	9	15,5	27	124,4	22928	6985
	B	320	300	11,5	20,5		161,3	30823	9239
	M	359	309	21	40		312,0	68135	19709
340	A	330	300	9,5	16,5	27	133,5	27693	7436
	B	340	300	12	21,5		170,9	36656	9690
	M	377	309	21	40		315,8	76372	19711
360	A	350	300	10	17,5	27	142,8	33090	7887
	B	360	300	12,5	22,5		180,6	43193	10141
	M	395	308	21	40		318,8	84867	19522
400	A	390	300	11	19	27	159,0	45069	8564
	B	400	300	13,5	24		197,8	57680	10819
	M	432	307	21	40		325,8	104119	19335
450	A	440	300	11,5	21	27	178,0	63722	9465
	B	450	300	14	26		218,0	79887	11721
	M	478	307	21	40		335,4	131484	19339
500	A	490	300	12	23	27	197,5	86975	10367
	B	500	300	14,5	28		238,6	107176	12624
	M	524	306	21	40		344,3	161929	19155
550	A	540	300	12,5	24	27	211,8	111932	10819
	B	550	300	15	29		254,1	136691	13077
	M	572	306	21	40		354,4	197984	19158
600	A	590	300	13	25	27	226,5	141208	11271
	B	600	300	15,5	30		270,0	171041	13530
	M	620	305	21	40		363,7	237447	18975

Tolleranze dimensionali

dimensioni nominali h		≤160		>160 ≤220		>220 ≤260		>260 ≤300		>300 ≤400		>400 ≤500		>500	
Serie		A-B	M	A-B	M	A-B	M	A-B	M	A-B	M	A-B	M	A-B	M
scostamenti limite su:	h	+4 -2	+4 -2	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±4	±4	±5	±5	+8 -6
	b	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3
	a	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
	e	±1,5	±2	±1,5	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2,5	±2	±2,5	±2	±3

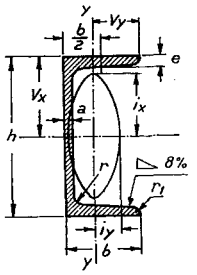
Tolleranze geometriche

dimens. h	≤240	>240	-	dimen. h	≤450	>450	-
perpend. t	≤0,010b	≤0,012 b	-	rett.t.f	≤1,5	≤2	-
dimens. h	≤300	>300≤500	>500	dimen. h	≤400	>400	-
simmetr. s				rett.l.q	≤0,0015L	≤0,0010L	-
serie A-B	≤2,5	≤3	≤3	dimen. h	≤200	>200≤400	>400
serie M	≤2,5	≤3,5	≤5	R.I.b. u	≤0,0025L	≤0,002 L	≤0,0015L

Tolleranze sulla lunghezza L delle barre
scost. correnti: ±50, +100/0, -0/100 (da precisare all'ordinazione)
scost. ridotti: ±25, ±10, ±5 (da concordare all'ordinazione).

Profilati di acciaio laminati a caldo

Travi UPN (UNI 5680)
Piccoli profilati a U (UNI-EU 54)



Esempio designaz. trave UPN avente h = 160 mm:

UPN UNI 5680 - 160

Aggiungere il materiale (di regola scelto tra gli acciai EN 10025 e indicarne la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale oppure fissa, a richiesta).

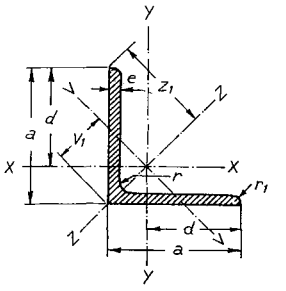
Dati di calcolo: Vx (cm) = h:2

asse x-x		asse y-y		massa
Wx	ix	Wy	ix	lineica
(cm³) =	(cm) =	(cm³) =	(cm) =	(kg/m) =
Ix : Vx	√(Ix:A)	Iy : Vy	√(Iy:A)	0,785xA

Design. UPN h	dimensioni b	a	e=r	r	sezione A cm²	Vy cm	x-x Ix cm⁴	y-y Iy cm⁴
	mm							
80	45	6	8	4	11,0	3,05	106	19,4
100	50	6	8,5	4,5	13,5	3,45	205	29,1
120	55	7	9	4,5	17,0	3,89	364	43,1
140	60	7	10	5	20,4	4,24	605	62,5
160	65	7,5	10,5	5,5	24,0	4,66	925	85,1
180	70	8	11	5,5	28,0	5,07	1354	114
200	75	8,5	11,5	6	32,2	5,49	1911	148
220	80	9	12,5	6,5	37,4	5,86	2691	196
240	85	9,5	13	6,5	42,3	6,26	3599	247
260	90	10	14	7	48,3	6,63	4824	317
280	95	10	15	7,5	53,4	6,97	6276	398
300	100	10	16	8	58,8	7,30	8028	493
Piccoli profilati ad U. Es. design. h=60, b=30: U UNI-EU 54 - 60x30								
30	15	4	4,5	2	2,21	0,98	2,53	0,38
40	20	5	5,5	2,5	3,66	1,33	7,58	1,14
50	25	5	6	3	4,92	1,69	16,8	2,49
60	30	6	6	3	6,46	2,09	31,6	4,51
40	35	5	7	3,5	6,21	2,17	14,1	6,68
50	38	5	7	3,5	7,12	2,43	26,4	9,12
65	42	5,5	7,5	4	9,03	2,78	57,5	14,1

Tolleranze dimensionali (travi UPN)				*(piccoli profilati a U)*
dimensioni nominali h	*80a140*	*160a200*	*220a300*	*da 30 a 65*
scostam. limite su h	±2		±3	±1,5
scostam. limite su b	±1,5		±2	±1,5
scostam. limite su a	±0,5			±0,5
scostam. limite su e	±0,5	±1		±0,5
Tolleranze geometriche (travi UPN)				*(piccoli profilati a U)*
dimensione h	≤100	>100≤200	>200	*da 30 a 65*
perpendicolarità t	≤1			≤1
rettil. trasvers. f	≤0,5	≤1	≤1,5	≤0,5
rettil. longitud. q	≤0,0015 L			≤0,004 L
Tolleranze sulla lunghezza L delle barre (UPN)				*(piccoli profilati a U)*
correnti ±50, +100/0, 0/-100. da concordare				*±100 da concordare al-*
ristrette ±25, ±10, ±5 all'ordine				*±50,±25,±10 l'ordine.*

Profilati di acciaio laminati a caldo



Angolari ad ali uguali a spigoli arrotondati

Esempio designazione, a = 50 mm, e = 5mm:
L UNI EU 56 50x5

Aggiungere il materiale (di regola scelto tra gli acciai EN 10025), indicandone la qualità e la lunghezza delle barre (commerciale o fissa secondo richiesta).

Formule di calcolo

X-X e Y-Y		Z-Z	V-V		massa	raggio
W	i	iZ	Wv	iv	lineica	r
(cm³) =	(cm) =	(cm) =	(cm³) =	(cm) =	(kg/m) =	(mm) =
I:d	√(I:A)	√(Iz:A)	Iv:V	√(Iv:A)	0,785x	0,5xr

Des axe mm	r	sez. A cm²	dist.cen.grav. d	Z_1	V_1	dati di calc. Ix=Iy	Iz	Iv
			cm			cm⁴		
20x								
3	4	1,13	1,40	1,41	0,84	0,39	0,61	0,16
25x								
3	4	1,43	1,78	1,77	1,02	0,80	1,26	0,33
4*		1,86	1,74		1,07	1,01	1,60	0,43
30x								
3	5	1,74	2,16	2,2	1,18	1,40	2,23	0,58
4*		2,27	2,12		1,24	1,80	2,85	0,75
35x								
3,5	3,5	2,35	2,52	2,47	1,39	2,63	4,03	1,18
5*	5	3,28	2,46		1,48	3,56	5,64	1,49
40x								
3*		2,35	2,93		1,52	3,45	5,45	1,44
4	6	3,08	2,88	2,83	1,58	4,47	7,09	1,86
5*		3,79	2,84		1,64	5,43	8,60	2,26
45x								
4*	7	3,49	3,27	3,18	1,75	6,43	10,2	2,67
5		4,30	3,22		1,81	7,84	12,4	3,26
50x								
4*		3,89	3,64		1,92	8,97	14,2	3,72
5	7	4,80	3,60	3,54	1,99	11,0	17,4	4,54
6*		5,69	3,55		2,04	12,8	20,3	5,33
60x								
5*		5,82	4,36		2,32	19,4	30,7	8,02
6	8	6,91	4,31	4,24	2,39	22,8	36,2	9,43
8*		9,03	4,23		2,50	29,2	46,2	12,2

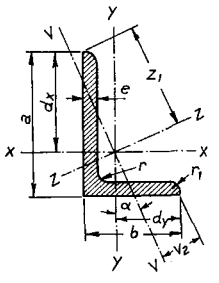
Des. axe mm	r	sez. A cm²	dist.cen.grav. d	Z_1	V_1	dati di calc. Ix=Iy	Iz	Iv
			cm			cm⁴		
70x								
6*	9	8,13	5,07	4,95	2,73	36,9	58,5	15,3
7		9,40	5,03		2,79	42,3	67,1	17,5
80x								
6*	10	9,35	5,83	5,66	3,07	55,8	88,5	23,1
8		12,3	5,74		3,19	72,2	115	29,9
10*		15,1	5,66		3,30	87,5	139	36,3
90x								
7*	11	12,2	6,55	6,36	3,47	92,6	147	38,3
9		15,5	6,46		3,59	116	184	47,8
100x								
8*		15,5	7,26		3,87	145	230	59,8
10	12	19,2	7,18	7,07	3,99	177	280	72,9
12*		22,7	7,10		4,11	207	328	85,7
120x								
10*	13	23,2	8,69	8,49	4,69	313	497	129
12		27,5	8,60		4,80	368	584	152
150x								
12*	16	34,8	10,88	10,6	5,83	737	1170	303
15		43,0	10,75		6,01	898	1430	370
180x								
18	18	61,9	12,9	12,7	7,22	1870	2960	768
200x								
18*	18	69,1	14,4	14,1	7,93	2600	4130	1070
20		76,3	14,32		8,04	2850	4530	1170

* dimensioni non preferenziali

Tolleranze dimensionali				
dimensione nominale a	≤50	>50 a 100	>100 a 150	>150
tolleranze su a	±1	±1,5	±2	±3
tolleranze su e	±0,5	±0,75	±1	±1,2
Tolleranze geometriche				
dimensione nominale a	≤100	>100	>50 a 100	>150
perpendicolarità t	≤1	≤1,5	–	–
rettilineità long. q	–	–	≤0,004L	≤0,0025L

Tolleranze su L: correnti ±100. ristrette ± 50, ± 25, ± 10 (da concordare) Toller. tutte al disopra o al disotto di L, da concordare.

Profilati di acciaio laminati a caldo



Angolari ad ali ineguali, spigoli arrotondati

Esempio designazione angolare dimens. 30x20x3:

L UNI EU 57 30x20x3

Aggiungere il materiale, di regola scelto tra gli acciai EN 10025 (indicarne la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale o fissa secondo richiesta).

Dati di calcolo (r_1 = 0,5 r)

X-X		Y-Y		Z-Z	V-V	massa
Wx (cm^3) = Ix : dx	ix (cm) = $\sqrt{Ix:A}$	Wy (cm^3) = Iy : dy	iy (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	iz (cm) = $\sqrt{Iz:A}$	iv (cm) = $\sqrt{Iv:A}$	lineica (kg/m) = 0,785xA

Designazione a x b x e mm	ragg. r mm	sez. A cm^2	dist. centro grav. dx (cm)	dy (cm)	Z (cm)	V_2 (cm)	asse v-v tg α	dati di calcolo Ix (cm^4)	Iy (cm^4)	Iz (cm^4)	Iv (cm^4)
30x20 x3	4	1,43	2,01	1,50	2,05	1,04	,428	1,25	0,44	1,43	0,26
30x20 x4	4	1,86	1,97	1,46	2,02	1,04	,421	1,59	0,55	1,81	0,33
40x25 x4	4	2,46	2,64	1,88	2,69	1,35	,381	3,89	1,16	4,35	0,70
50x30 x4	5	3,07	3,32	2,30	3,36	1,67	,356	7,71	2,09	8,53	1,27
50x30 x5	5	3,78	3,27	2,26	3,33	1,65	,352	9,36	2,51	10,3	1,54
60x30 x5	6	4,29	3,85	2,32	3,89	1,77	,256	15,6	2,60	16,5	1,70
60x40 x5	6	4,79	4,04	3,03	4,10	2,10	,434	17,2	6,11	19,9	3,54
60x40 x6	6	5,68	4,00	2,99	4,08	2,10	,431	20,1	7,12	23,1	4,15
70x50 x6	6	6,88	4,76	3,75	4,82	2,52	,497	33,5	14,3	39,9	7,94
75x50 x7	7	8,31	5,02	3,75	5,10	2,63	,433	46,4	16,5	53,3	9,57
80x40 x6	7	6,89	5,15	3,12	5,20	2,38	,258	44,9	7,59	47,6	4,92
80x60 x7	8	9,38	5,49	4,48	5,55	2,92	,546	59,0	28,4	72,0	15,4
90x60 x8	7	11,4	6,03	4,51	6,11	3,15	,437	92,5	33,0	107	19,0
100x50 x6	9	8,73	6,51	3,96	6,56	3,00	,260	89,7	15,3	95,1	9,85
100x50 x8	9	11,4	6,41	3,88	6,49	2,96	,257	116	19,5	123	12,7
100x65 x9	10	14,2	6,68	4,91	6,78	3,46	,415	141	46,7	160	27,2
100x80 x10	11	19,1	8,08	6,05	8,19	4,21	,435	276	98,1	317	56,8
130x65 x8	11	15,1	8,44	5,13	8,51	3,90	,261	263	44,8	278	28,9
130x65 x10	11	18,6	8,35	5,03	8,44	3,86	,258	320	54,2	339	35,2
150x75 x9	11	19,6	9,73	5,93	9,81	4,50	,262	456	78,3	484	50,4
150x75 x11	11	23,6	9,63	5,85	9,73	4,44	,261	545	93,0	578	59,8
150x100x10	13	24,2	10,2	7,66	10,3	5,25	,442	552	198	637	112
180x90 x10	14	26,2	11,7	7,15	11,8	5,42	,262	880	151	934	97,4
200x100x10	15	29,2	13,1	7,99	13,2	6,05	,263	1220	210	1290	135
200x100x12	15	34,8	13,0	7,90	13,1	6,00	,262	1440	247	1530	159

Tolleranze dimensionali

dimensione nominale a	≤50	>50≤100	>100≤150	>150
tolleranze su a e b	±1	±1,5	±2	±3
tolleranze su e	±0,5	±0,75	±1	±1,2

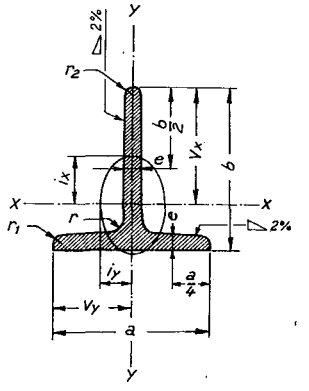
Tolleranze geometriche

dimensione	a e b≤100	a o b>100	a,b>50≤150	a,b>150
perpendicolarità t	≤1	≤1,5	-	-
rettilin. longitud. q	-	-	≤0,4%di L	≤0,25%diL

Tolleranze sulla lunghezza L delle barre

correnti: ±100 previo accordo, tolleranze tutte al disopra o
ristrette: ±50,±25,±10 tutte al disotto della dimens. nominale L.

Profilati di acciaio laminati a caldo



Profilati a T a spigoli arrotondati

Esempio designazione a = 60, b = 60:

T UNI EU 55 60x60

Aggiungere il materiale (di regola scelto tra gli acciai EN 10025), indicandone la qualità e la lunghezza delle barre (commerciale oppure fissa a richiesta).

** Dimensioni non normalizzate.*

Dati di calcolo:

asse X-X		asse Y-Y		massa
Wx (cm^3) = Ix : Vx	ix (cm) = $\sqrt{Ix:A}$	Wy (cm^3) = Iy : Vy	iy (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	lineica (kg/m) = 0,785xA

Design. axb mm	dimensioni e=r (mm)	r (mm)	r_2 (mm)	dist.cen.grav. Vx (cm)	Vy (cm)	sezione A cm^2	dati di calc. X-X Ix cm^4	Y-Y Iy cm^4
20x20 *	3	1,5	1	1,42	1,0	1,12	0,38	0,20
25x25 *	3,5	2	1	1,77	1,25	1,64	0,87	0,43
30x30	4	2	1	2,15	1,5	2,26	1,72	0,87
35x35	4,5	2,5	1	2,51	1,75	2,97	3,10	1,57
40x40	5	2,5	1	2,88	2,0	3,77	5,28	2,58
45x45 *	5,5	3	1,5	3,24	2,2	4,67	8,13	4,01
50x50	6	3	1,5	3,61	2,5	5,66	12,1	6,06
60x60	7	3,5	2	4,34	3,0	7,94	23,8	12,2
70x70	8	4	2	5,06	3,5	10,6	44,5	22,1
80x80	9	4,5	2	5,78	4,0	13,6	73,7	37,0
100x100	11	5,5	3	7,26	5,0	20,9	179	88,3
120x120*	13	6,5	3	8,72	6,0	29,6	366	178

Tolleranze dimensionali

dimensione nominale a o b	fino a 50	>50≤100	>100 a 120*
scostamento limite su a e b	±1	±1,5	±2
scostamento limite su e	±0,5	±0,75	±1

Tolleranze geometriche

dimensione a	fino a 100	>100a200*	fino a 60	>60a120*
perpendicolarità t	≤1	≤1,5	-	-
simmetria s	-	-	≤1	≤1,5
rettilineità longitudinale q	≤0,004 L			

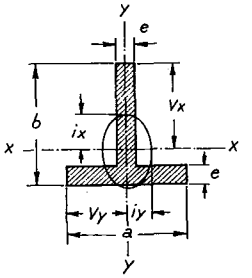
Tolleranze sulla lunghezza L delle barre

correnti: ±100, ristrette: ±50, ±25, ±10 (da precisare all'ordinazione) Previo accordo, le toll. possono essere tutte in più o in meno.

Profilati di acciaio laminati a caldo

Profilati a T a spigoli vivi

Esempio designaz.per a = 50: T UNI 5681-50*



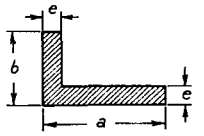
Des. dimens. a	b (mm)	e	Vx cm	sez. X-X A cm²	Ix (cm⁴)	Y-Y Iy (cm⁴)
20	20	4	1,36	1,44	0,503	0,275
25	25	4,5	1,71	2,05	1,13	0,601
30	30	5	2,07	2,75	2,22	1,15
35	35	5,5	2,42	3,55	3,92	2,01
40	40	6	2,78	4,44	6,45	3,26
45	45	6,5	3,14	5,43	10,0	5,02
50	50	7	3,49	6,51	14,9	7,41
60	60	8	4,21	8,96	29,7	14,6
70	70	9	4,92	11,8	53,4	26,1
80	80	10	5,63	15,0	89,0	43,2
100	100	11	7,10	20,8	195	92,7

Dati di calcolo [Vy (cm) = a : 2]

asse X-X Wx (cm³) = Ix : Vx	ix (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	asse Y-Y Wy (cm³) = Iy : Vy	iy (cm) = $\sqrt{Iy:A}$	massa lineica (kg/m) = 0,785xA

Profilati a L a spigoli vivi e lati disuguali

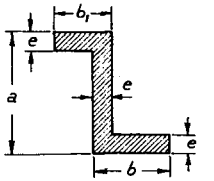
Es. design.: Lv UNI 6762-20x12x4*



a	b (mm)	e	sez. A cm²
20	12	4	1,12
25	15	4,5	1,60
30	17,5	5	2,12
35	20	5,5	2,72
40	22	6	3,36
45	30	6,5	4,45
50	30	7	5,11

Profilati a Z a spigoli vivi a basi disuguali

Es. des.: Zv UNI 6763-30x17x14x5*



a	b (mm)	b1	e	sez.A cm²
25	15	13	4,5	1,98
30	17	14	5	2,55
35	19	16	5,5	3,24
40	21	17	6	3,96

* Aggiungere il materiale, di regola scelto tra gli acciai EN 10025 (indicarne la qualità) e la lunghezza delle barre (commerciale oppure fissa a richiesta

* Tolleranze dimensionali		
dimens. nominale a	20a50	60a100
scost.lim.su a,b,b1	±1	±1,5
scost. lim. su e	±0,5	±0,75

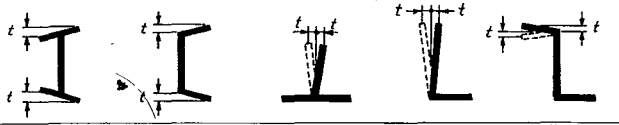
* Tolleranze geometriche			
dimensione	a	≤60	>60
perpendicolarità	t	≤1	
simmetria	s	≤1	≤1,5
rettil. longitud.	q	≤0,004L	

* Tolleranze sulla lunghezza L delle barre
scost. lim. correnti: L≤12m ± 100. L>12m ±150
scost. lim. ridotti : ±50,±25,±10 (da concordare all'ordinazione.

Tolleranze geom. nei profilati e barre di acc. laminati a caldo

La tolleranza dimensionale é la differenza numerica tra i valori minimo e massimo entro i quali é ammesso possa trovarsi la dimensione teorica di un profilato. Perché questa sia efficace e significativa occorre controllare che anche la geometricità si trovi entro i limiti della tolleranza geometrica. Per i profilati sono state individuate le difformità geometriche più evidenti provocate dai processi di laminazione e da altre cause, mentre la pratica costruttiva indica le grandezze massime di difformità, entro le quali é possibile operare, in condizioni di sicurezza, nelle costruzioni meccaniche. Le tolleranze di forma e di posizione che di regola vengono imposte per i profilati sono: la perpendicolarità (fuori squadro), la simmetria, la rettilineità trasversale e quella longitudinale, relativa in talune forme di profilati, all'anima e ai bordi. esse sono rispettivamente indicate con le lettere: t, s, f, q, u (q' per incurvamento trasversale). I loro valori numerici sono riportati nelle singole tabelle dei profilati e delle barre

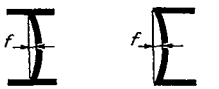
Perpendicolarità (fuori squadro) t (profilati)



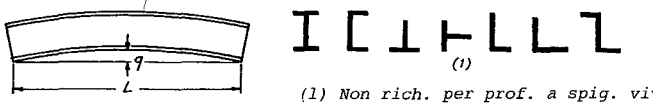
Simmetria S (profilati)

$S = (b - b_2):2$ $S = (a - a_2):2$

Rettilineità trasversale f (prof)

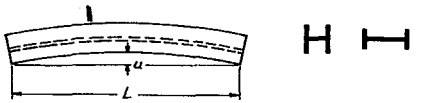


Rettilineità longitudinale dell'anima (centinatura) q (profilati)

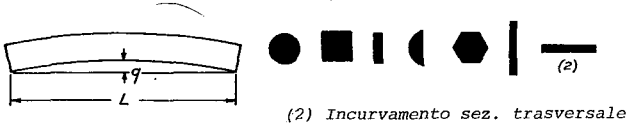


(1) Non rich. per prof. a spig. vivi

Rettilineità longitudinale dei bordi u (profilati)



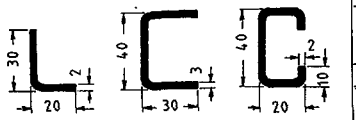
Rettilineità q (barre)



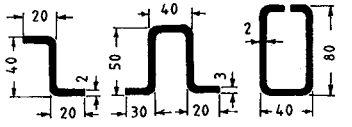
(2) Incurvamento sez. trasversale q'

Profilati d'acciaio formati a freddo

Rif. UNI 7344 - Profilati ottenuti a partire da prodotti piatti laminati a caldo o a freddo, formati a freddo su macchina profilatrici a rulli nelle forme commerciali consuete come ad esempio



L 30/20x2 — U 30/40/30x3 — C 10/20/40/20/10x2



Z 20/40 20x3 — Omega 30/50/40 50/20x3 — Prof.tub. aperto 80/40x2

Le dimensioni della sezione devono essere concordate all'ordinazione.

Materiali e toll. sullo spessore.

Lamiere e nastri d'acciaio:
- *UNI 5753, zinc.a caldo sp. 3 mm*
- *UNI 5866, non legato di qualità sp. 0,35 mm, toller. sp. EN 10131*
- *UNI 5867 non legato, sp. 1,5 a 8 mm. toll. sp. EN 10051*
- *UNI 5961 non legato, sp. fino a 6 mm, toll. sp. UNI-EU 110*
- *UNI 6683 non legato a basso tenore di C, toll. sp. UNI 6685.*
- *UNI 8317 acc. inox sp.≥ 2 mm.*
- *EN 10025 non legato di base e di qualità sp. fino a 20 mm, tolleranze EN 10029,10051,UNI-EU 140 nelle classi: Fe 330, Fe 360, Fe 410, Fe 430, Fe 510 (B,C,D).*
- *Acciai speciali deformabili a freddo (es. resist. a corrosione atmosferica, alto limite di snervamento, ecc.) solo su accordo all'ordinazione.*

Tolleranze sulla sezione

Dimensioni esterne comprese fra due raccordi:

s	≤ 50	>50÷100	>100÷220
fino a 3	± 0,75	± 1,0	± 1,25
> 3 a 6	± 1,0	± 1,25	± 1,5
> 6	-	± 1,5	± 2,0

Dimensioni esterne comprese fra un raccordo e un bordo libero:

s	≤40	>40÷80	>80÷110
fino a 3	± 0,60	± 0,75	± 1,0
> 3 a 6	± 1,0	± 1,25	± 1,5
> 6	± 1,25	± 1,5	± 1,75

Per le tolleranze, si fa di volta in volta riferimento alla maggiore delle due dimensioni esterne. Valori per profilati con bordi cesoiati. Raddoppiarle per bordi grezzi.
Sulla lunghezza:

Tipo lungh.	Gamma	Scost. limit.	Indic. ordin.
fissa a misura	6000 (1)	+100/0	-
	fino a 2000	± 1(2)	misura voluta
	2000÷ 6000	± 2(2)	
	6000÷10000	± 3(2)	

(1) Su richiesta lungh. fissa minore o maggiore (fino a 15000 mm)
(2) Dietro accordo tutta in + o tutta in -.

Tolleranze di forma

Fuori squadro t		Centinatura q
ala minore	toll.	non maggiore di 0,0025 l.
fino a 10	± 3°	Svergolat. α
> 10 a 40	± 1°45'	non maggiore di 1°per m/l
> 40 a 80	± 1°15'	
> 80 a 110	± 1°	
> 110	± 45'	

Raggio interno di piegamento.

Per spessori di parete s delle qualità di acciaio EN 10025.

EN 10025	≤ 6	> 6
Fe 330,Fe 360(B,C,D)	1,5s	2s
Fe 410,Fe 430(B,C,D)	2s	2,5s
Fe 510 (B,C,D)	2,5s	3s

Esempio di designazione

Profilato ad U, in lunghezze fisse, acc. Fe 360 B FU, EN 10025:
U UNI 7344-20/30/20x2-Fe 360 B FU EN 10025.

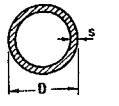
Profilati cavi formati a freddo

Rif. UNI 7810 - Profilati a sezione cava chiusa formati a freddo, di acciaio non legato di qualità.

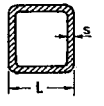
Di regola, impiegati nelle strutture bullonate, chiodate o saldate delle costruzioni metalliche.

Qualità acciaio	Composizione chimica (analisi di colata) C	Mn	Si	P	S	N_2	**	Caratterist. meccaniche R	° R_{eH} •	A •	KV *
	max							N/mm²		%	J / °C
Fe 360 B	0,18	-	-	0,050	0,050	0,009					+20
Fe 360 C	0,17	-	-	0,045	0,045	0,009	NE	360	325 270	25 24	27 0
Fe 360 D	0,17	-	-	0,040	0,040	-	GF				-20
Fe 430 B	0,22	-	-	0,050	0,050	0,009	NE				+20
Fe 430 C	0,20	-	-	0,045	0,045	0,009	NE	430	275 340	22 21	27 0
Fe 430 D	0,22	-	-	0,050	0,050	-	GF				-20
Fe 510 B	0,22	1,60	0,55	0,050	0,050	-	NE				+20
Fe 510 C	0,20	1,60	0,55	0,045	0,045	-	NE	510	355 410	21 20	27 0
Fe 510 D	0,20	1,60	0,55	0,040	0,040	-	GF				-20

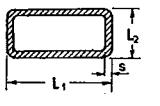
*** NE = non effervesc. GF = strutt. a grano fino. * = Temp. di prova.*
° per sezione tonda. • per sezione quadra e rettangolare.



Es. des.: Profilato UNI 7811-21,3x2,0 Fe 430 D-UNI 7810.



Es. des.: Profilato UNI 7812-20x20x2,0 Fe 360 C-UNI 7810.



Es. des.: Profilato UNI 7813-40x40x2,6 Fe 510 B-UNI 7810.

D	s 1,2	1,6	2,0	2,6	3,2	4,0	5,0	6,3	7,1	8,0	10,0	12,5
21,3	x	x	x									
26,9	x	x	x	x								
33,7	x	x	x	x	x	x						
42,4	x	x	x	x	x	x						
48,3	x	x	x	x	x	x	x					
60,3	x	x	x	x	x	x	x					
76,1		x	x	x	x	x	x					
88,9		x	x	x	x	x	x	x				
114,3			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
139,7				x	x	x	x	x	x	x	x	
168,3					x	x	x	x	x	x	x	
219,1						x	x	x	x	x	x	
273						x	x	x	x	x	x	x
323,9						x	x	x	x	x	x	x
355,6						x	x	x	x	x	x	x
406,4						x	x	x	x	x	x	x
457							x	x	x	x	x	x
508							x	x	x	x	x	x

Toll. su s: ± 10%, con min. ± 0,2 mm. Su D: ± 1%, min. 0,5 mm. Rettil.: 0,2% nella lunghezza totale.

Tutti i profilati hanno lunghezze fisse da ≤ 6 m + 50/0 mm a > di 6 m + 100/0 mm.

LxL	s 1,2	1,6	2,0	2,6	3,2	4,0	5,0	6,3	7,1	8,0	10,0	12,5
20	x	x	x									
30	x	x	x	x								
40	x	x	x	x	x	x						
50		x	x	x	x	x	x					
60		x	x	x	x	x	x					
70		x	x	x	x	x	x					
80			x	x	x	x	x					
90			x	x	x	x	x	x				
100				x	x	x	x	x	x			
115				x	x	x	x	x	x			
120					x	x	x	x	x	x	x	
135					x	x	x	x	x	x	x	
140						x	x	x	x	x	x	
150						x	x	x	x	x	x	
160						x	x	x	x	x	x	
175						x	x	x	x	x	x	
180						x	x	x	x	x	x	
200						x	x	x	x	x	x	
220						x	x	x	x	x	x	
250						x	x	x	x	x	x	
260						x	x	x	x	x	x	
285						x	x	x	x	x	x	
300						x	x	x	x	x	x	
325						x	x	x	x	x	x	
350							x	x	x	x	x	
400									x	x	x	

L_1xL$_2$	s 1,2	1,6	2,0	2,6	3,2	4,0	5,0	6,3	7,1	8,0	10,0	12,5
40x20	x	x	x	x								
50x30	x	x	x	x	x	x						
60x40		x	x	x	x	x	x					
80x40		x	x	x	x	x	x					
90x50		x	x	x	x	x	x					
100x60			x	x	x	x	x					
120x60			x	x	x	x	x	x				
120x80				x	x	x	x	x	x			
140x90					x	x	x	x	x			
150x100					x	x	x	x	x	x	x	
160x80					x	x	x	x	x	x	x	
180x100					x	x	x	x	x	x	x	
200x100						x	x	x	x	x	x	
200x120						x	x	x	x	x	x	
220x140						x	x	x	x	x	x	
250x150						x	x	x	x	x	x	x
260x180						x	x	x	x	x	x	x
300x200						x	x	x	x	x	x	x
320x200						x	x	x	x	x	x	x
350x220						x	x	x	x	x	x	x
400x200						x	x	x	x	x	x	x
400x250						x	x	x	x	x	x	x
450x250							x	x	x	x	x	x
500x300							x	x	x	x	x	x

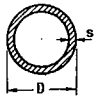
Toll. su s: ±10%, min. ± 0,2 mm. Sui lati: ±1%, min ± 0,5 mm. Toll. geom. Perpend. ± 2%. Concavo/convesso: ± 1% dei lati. Rettil. 0,2%. della lungh. tot. Distorsione: 2 mm +0,5 mm/m.

Profilati cavi d'acciaio formati a caldo

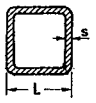
Rif. UNI 7806 - Profilati a sezione cava chiusa formati a caldo di acciaio. Di regola, sono impiegati nelle strutture bullonate, chiodate o saldate nelle costruzioni metalliche.

Qualità di acciaio	Composizione chimica % (an. di colata) max: C	Mn	Si	P e S	N_2	**	Caratteristiche meccaniche: R (N/mm²) s ≤16	>16	>35	Re	A %	Pieg. 180° D	KV J	* °C
Fe 360 B	0,18	-	-	0,050	0,009	-								+20
Fe 360 C	0,17	-	-	0,045	0,009	NE	360	235	225	225	25	3,5s	27	0
Fe 360 D	0,17	-	-	0,040	-	GF								-20
Fe 430 B	0,22	-	-	0,050	0,009	NE								+20
Fe 430 C	0,20	-	-	0,045	0,009	NE	430	275	265	265	22	4s	27	0
Fe 430 D	0,20	-	-	0,040	-	GF								-20
Fe 510 B	0,22	1,60	0,55	0,050	-	NE								+20
Fe 510 C	0,20	1,60	0,55	0,045	-	NE	510	355	345	335	21	4,5s	27	0
Fe 510 D	0,20	1,60	0,55	0,040	-	GF								-20
Fe E 420	0,20	1,60	0,50	0,035	-	GF	540	420	410	400	17	5s	27	-20

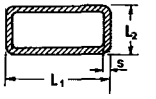
** NE = non effervesc. GF = strutt. a grano fino. * Temper. di prova.



Es. des.: Profilato UNI 7807-21,3x2,3-Fe 430 D-UNI 7810.



Es. des.: Profilato UNI 7808-150x12,5-Fe 360 C-UNI 7810.



Es. des.: Profilato UNI 7809-50x30x3,2 Fe 510 B-UNI 7810.

D	s 2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,3	6,3	8,0	10	12,5
21,3	x			x									
26,9	x			x									
33,7		x		x		x							
42,4		x		x		x							
48,3			x	x		x		x					
60,3			x	x		x		x					
76,1			x	x		x		x					
88,9				x		x		x	x				
101,6					x			x	x	x	x		
114,3					x			x	x	x	x		
139,7						x		x	x	x	x	x	
168,3							x	x	x	x	x	x	

D	s 5,4	5,9	6,3	7,1	8,0	10	12,5	16	20	25	32	40
193,7	x		x		x	x	x	x				
219,1		x	x		x	x	x	x	x			
244,5			x		x	x	x	x	x			
273			x		x	x	x	x	x	x		
323,9				x	x	x	x	x	x	x		
355,6					x	x	x	x	x	x		
406,4						x	x	x	x	x	x	
457						x	x	x	x	x	x	
508							x	x	x	x	x	
559							x	x	x	x	x	
610								x	x	x	x	x

LxL	s 2,6	3,2	3,6	4,0	5,0	5,3	6,3	10	12,5	16	20	25
40	x	x		x								
50		x		x	x							
60		x		x	x							
70		x	x	x	x							
80		x	x	x	x	x						
90		x	x	x	x	x	x					
100		x		x	x	x	x	x				
120		x		x	x	x	x	x				
140			x		x	x	x	x				
150				x	x	x	x	x	x	x		
160				x	x	x	x	x	x	x		
180				x	x	x	x	x	x	x		
200					x	x	x	x	x	x		
220					x	x	x	x	x	x		
250						x	x	x	x	x	x	
260						x	x	x	x	x	x	
300							x	x	x	x	x	x
350							x	x	x	x	x	x
400								x	x	x	x	x

L_1xL_2	s 2,6	3,2	3,6	4,0	5,0	5,3	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25
50x30	x	x		x									
60x40		x		x	x								
70x40		x		x	x								
80x40		x		x	x								
90x50		x	x	x	x								
100x50		x	x	x	x								
100x60		x	x	x	x	x							
120x60		x	x	x	x	x	x						
120x80		x		x	x	x	x	x					
140x80		x		x	x	x	x	x					
150x100		x		x	x	x	x	x					
160x80		x		x	x	x	x	x					
180x100			x		x	x	x	x					
200x100				x	x	x	x	x	x	x			
200x120				x	x	x	x	x	x	x			
220x140				x	x	x	x	x	x	x			
250x150					x	x	x	x	x	x			
300x200						x	x	x	x	x	x		
400x200								x	x	x	x	x	
450x250								x	x	x	x	x	
500x300									x	x	x	x	

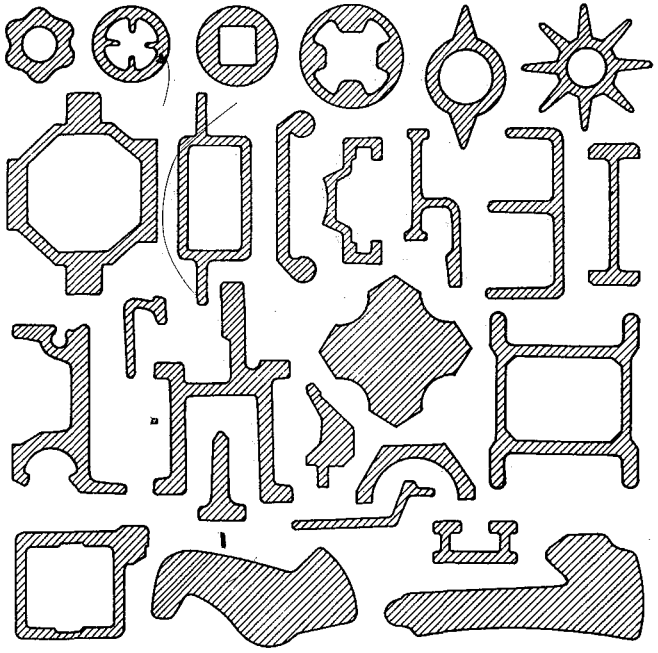
Toll. su s: - 12,5% min - 0,4 mm. Su D o L: ± 1%, min ± 0,5 mm. Rettil. 0,2% della lungh. tot. (tondi e rettang.): Perpend.± 1% Conc./conv. ± 1% del lato. Distors. 2 mm + 0,5 mm/m. Lungh. fisse ≤ 6 m + 50/0 mm. > 6 m + 100/0 mm.

I prodotti della presente norma sono, di regola, forniti allo stato grezzo di finitura a caldo. Altri stati di fornitura sono concordabili

Profilati speciali in acciaio estrusi a caldo

SIDERVAL S.p.A. Via Roma 3 - 23018 Talamona (Sondrio)

Profili speciali estrusi a caldo, sezioni piene e cave su disegno dell'utilizzatore (profili max iscrivibile in un cerchio di 200 mm). Acciai secondo norme UNI, DIN AISI (SAE), AFNOR, BS. Il materiale viene riscaldato ad induzione ed estruso con pressa da 2000 t. Questi profilati trovano applicazione nei più diversi settori industriali, quali ad esempio industrie meccaniche con produzioni di serie, automobilistiche, automezzi industriali e rimorchi, carrelli elevatori, macchine per movimento terra, materiale ferroviario carri e carrozze, produzione di containers, scambiatori di calore (tubi alettati), costruzioni navali, industrie meccanotessili, caldaie a vapore, impianti nucleari, macchine utensili, agricole, componenti casseforti, armi da fuoco, carpenterie, ecc.



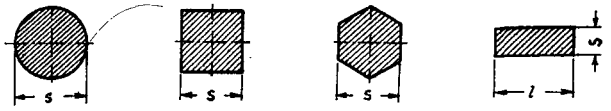
- Alcuni esempi di estrusi -

Tolleranze dimensionali, sezione trasversale: <25 mm: ±0,5; 25÷75: ±0,8; 75÷100: ±1; 100÷125: ±1,2; >125: ±1,4.
Raggi interni (min. 4 mm) +2/-0; raggi esterni (min.1,5mm): ± 0,5. Angoli interni: ±1°30'; esterni: ± 0,30'. Tolleranze geometriche, rettil. trasversale max 1%*, longitudinale: max 0,15% di L. Svergolamento max: 1 mm/m * Differenza dimensionale fra le parti simmetriche: ½ tolleranza dimensionale. Variazione costante delle dimensioni da un estremo all'altro della barra: ½ toll. dimensionale (* Più ridotte da concordare).

Barre di titanio non legato e leghe di titanio

Tipi di titanio non legato	Lega di Ti	% Al	% V	% Sn	Caratt. meccaniche min Rm(N/mm²)	Rp0,2(N/mm²)	A%
tipo 1					240	170	24
tipo 2					345	275	20
tipo 3					450	380	18
tipo 4					550	485	15
	tipo 5	6	4	-	895	830	10
	tipo 5.1(1)	6	4	-	860	795	10
	tipo 6	5	-	2,5	825	995	10
tipo 7 (2)					345	275	20
	tipo 9	3	2,5	-	620	485	15
tipo 11(3)					240	170	24
	tipo 13	6	6	2	1000	930	7

(1) Basso contenuto di interstiziali. (2) tipo 2 con aggiunta di Pd (0,20%). (3) tipo 1 con aggiunta di Pd (0,20%).



Barre laminate a caldo

tonde e quadre s	±	(*)	s	±	(*)	esagonali s	±	(**)	rettangolari l	±	±	±	±sul
6<s≤ 8	0,10	0,20	32<s≤ 35	0,30	0,45	6<s≤13	0,20	0,30		s<3	s<13	s<26	
8<s≤ 12	0,20	0,25	35<s≤ 39	0,40	0,50	13<s≤26	0,30	0,40		s≤13	s≤26	s≤51	
12<s≤ 16	0,20	0,25	39<s≤ 51	0,40	0,60	25<s≤40	0,50	0,65	l≤ 26	0,20	0,25	-	0,40
16<s≤ 23	0,20	0,30	51<s≤ 64	0,80	0,60	49<s≤51	0,80	0,80	26<l≤ 51	0,30	0,38	0,80	0,80
23<s≤ 26	0,20	0,35	64<s≤ 89	1,20	0,90	51<s≤64	1,20	1,20	51<l≤102	0,40	0,50	0,80	+1,60
26<s≤ 29	0,20	0,35	89<s≤115	1,60	1,20	64<s≤89	1,60	1,60					-0,80
29<s≤ 32	0,30	0,40							102<l≤153	0,40	0,50	0,80	+2,4
													-1,6
									153<l≤204	0,40	0,65	0,80	3,5
									204<l≤254	-	0,80	0,80	4,0

Barre finite a freddo (4)

traf. e/o pel. tonde s	±	trafilate quadre e esag. s	±	piatte traf. o laminate l	≤6,35	>6,35	su s	Lunghezze commerciali L s	m	scost. su L ≤4m	4<L≤8m
6<s≤ 26	0,05	12<s≤28	0/-0,10	10<l≤26	0,10	0,05	0,05	6<s≤ 80	2,5≤L≤5	+5/0	+10/0
26<s≤ 40	0,06	26<s≤51	0/-0,16	26<l≤51	0,15	0,08	0,08	80<s≤150	2 ≤L≤4	+10/0	+20/0
40<s≤115	0,08	51<s≤77	0/-0,20	51<l≤77	0,20	0,10	0,10	150<s≤150	1,5≤L≤3	+15/0	+30/0
		s≤77	0/-0,25	l≤77	0,25	0,13	0,13				

(*) Ovalizzazione o perpendicolarità dei bordi. (**) Max differenza su 3 misurazioni di s sulla stessa sezione su tre facce diverse.

(4) Quando dopo la finitura a freddo é necessario un trattamento termico, a causa di particolari richieste legate alle proprietà meccaniche o alla durezza superficiale, le tolleranze dimensionali sono di valore doppio a quelle riportate.

I titoli di titanio e leghe di titanio devono essere conformi ai requisiti di composizione chimica stabiliti nella UNI 10221.

- Esempio di designazione di una barra di titanio non legato tipo 3 , diametro 8 mm, lunghezza fissa di 4 metri:

Barra titanio tipo 3 UNI 10450 - 8 x 4000

Tubi saldati e senza saldatura di titanio non legato e leghe di Ti

(secondo UNI 10221) per impieghi industriali UNI 10363.

Composizione chimica percentuale

Elemento		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 7	Tipo 9	Tipo 11	Tipo 12
Azoto	max	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03
Carbonio	max	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,08
Idrogeno	max	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ferro	max	0,15	0,20	0,25	0,20	0,25	0,15	0,30
Ossigeno	max	0,15	0,20	0,35	0,20	0,12	0,15	0,20
Palladio		-	-	-	,12a,25	-	,12a,25	-
Alluminio		-	-	-	-	2,5a3,5	-	-
Molibdeno		-	-	-	-	-	-	0,2a0,4
Vanadio		-	-	-	-	2,0a3,0	-	-
Nichel		-	-	-	-	-	-	0,6a0,9
Residui(cias)		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05
Residui(tot.)		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
Titanio		resto	resto	resto	resto	resto	resto	resto

Caratteristiche meccaniche

Codice numerico	R N/mm² min	Rp (0,2) N/mm² min	Rp (0,2) N/mm² max	A %
tipo 1	240	170	310	24
tipo 2	345	275	450	20
tipo 3	450	380	550	18
tipo 7	345	275	450	20
tipo 9 (1)	620	485	-	15
tipo 9 (2)	860	725	-	10
tipo 11	240	170	310	24
tipo 12	483	345	-	18

(1) Propr. per mater. ricristallizzato (tubi senza saldat.) e disteso (tubi saldati). (2) Propr. per mater. incrudito e solo parz. disteso.

Dimensioni dei tubi

Ø est.	toll.	spessori (toll.compr.entro gli scostam. lim. ± 12,5%)			
10,3		-	1,24	1,73	2,41
13,7		-	1,65	2,24	3,02
17,1		-	1,65	2,31	3,20
21,3	+0,40	1,65	2,11	2,77	3,73
26,7	-0,79	1,65	2,11	2,87	3,91
33,4		1,65	2,77	3,38	4,55
42,2		1,65	2,77	3,56	4,85
48,3		1,65	2,77	3,68	5,08
60,3		1,65	2,77	3,91	5,54
73,0		2,11	3,05	5,16	7,01
88,9	+0,79	2,11	3,05	5,49	7,62
101,6	-0,79	2,11	3,05	5,74	8,08
114,3		2,11	3,05	6,02	8,56
141,3	+1,60	2,77	3,40	6,55	9,53
168,3	-0,79	2,77	3,40	7,11	10,97
219,1		2,77	3,76	8,18	12,70
273,1	+2,38	3,40	4,19	9,27	12,70
323,9	-0,79	3,96	4,57	9,53	12,70

Toll. sulla lungh. +6/0 mm fino a 6 m. 1% per lunghezze superiori. Toll. sulla perpendicolarità del taglio ± 1°.

Toll. sulla ovalizzazione: non superiore a quella sul Ø esterno. Esempio designazione: Tubo UNI 10363 - 60,3x1,65 - lungh. comm.

Lingotti e semilavorati in titanio non legato e leghe di titanio

Rif. UNI 10221. Composizione chimica dei lingotti e semilavorati del titanio non legato e di alcune sue leghe applicabili a tutti gli impieghi industriali esclusi i getti. Non applicabile per la costruzione di strutture aerospaziali.

Designazione e numero di codice del titanio e sue leghe

Designazione	Ti1	Ti2	Ti3	Ti4	TiAl6 V4	TiAl6 V4ELI	TiAl5 Sn2,5	Ti2Pd	TiAl3 V2,5	Ti1Pd	TiNi Mo	TiAl6 V6Sn2	TiV10A I3Fe2	TiV8Cr6Zr 4Mo4Al3
Cod.num.	1	2	3	4	5	5.1	6	7	9	11	12	13	14	15

Composizione chimica % del titanio non legato e leghe di titanio

Tipo	1*	2*	3*	4*	7*	11*	5•	5.1•	6•	9•	12•	13•	14•	15•
Azoto max	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03
Ossigeno max	0,15	0,20	0,35	0,40	0,20	0,15	0,20	0,13	0,20	0,12	0,25	0,20	0,13	0,12
Idrogeno max	,015	,015	,015	,015	,015	,015	,015	,0125	,020	,013	,015	,015	,015	,030
Carbonio max	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,10	0,05	0,08	0,05	0,5	0,05
Ferro max	0,15	0,20	0,25	0,40	0,20	0,15	0,40	0,25	0,50	0,25	0,30	–	–	0,30
Alluminio	–	–	–	–	–	–	5,5÷6,75	5,5÷6,50	4,0÷6,0	2,5÷3,5	–	5,0÷6,0	2,6÷3,4	3,0÷4,0
Vanadio	–	–	–	–	–	–	3,5÷4,50	3,5÷4,50	–	2,0÷3,0	–	5,0÷6,0	9,0÷11	7,5÷8,5
Titanio	resto						resto							

Altri elementi: Pd 0,12÷0,25 (7)(11). Sn 2,0÷3,0 (6) 1,5÷2,5 (13). Mo 0,20÷0,40 (12) 3,5÷4,5 (15). Zn 3,5÷4,5 (15). Cr 5,5÷6,5 (15). Cu 0,35÷1,0 (13). Ni 0,60÷0,90 (12). Fe 0,35÷1,0 (13) 1,6÷2,2 (14). Residui (ciascuno) 0,10 tutti,escluso il (15) che ha un residuo di 0,15. Residui totali 0,40 tutti, escluso il (14) che ha un residuo di 0,30.

Rif. UNI 10258. - Nastri, piastre, lamiere di Ti non leg. e leghe Ti

Fornit. allo stato ric. - Nastri e lam. da nastro. Toll. sullo spess.

Laminati	a freddo							a caldo	
Spess.nom.	<0,7	≥0,7<1	≥1<1,5	≥1,5<1,8	≥1,8<2	≥2<2,5	≥2,5<3	≥3<5	≥5
Scostam. ±	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13		0,30	0,35

Tolleranze sulla larghezza					Lamiere da nastro	
Spessore s	≥150	>150a230	>230a610	>610a1524	Lunghezza nomin.	scost.
≤1,75	+0,3/0,0		+0,5/0,0	+1,50/0,0	≥1000≤2000	+5/0
>1,75≤2,55	+0,4/0,0	+0,5/0,0.		+1,5/0,0	>2000≤4000	+7/0
>2,55≤3	+0,5/0,0			+1,5/0,0	>4000≤6000	+9/0
>3	–	+3/0,0			>6000	+11/0

Lamiere e piastre laminate a caldo. Tolleranza sullo spessore

>3<5	≥5<6	≥6<10	≥10<21	≥21<31	≥31a50
+0,35-0,30	+0,55-0,30	+0,80-0,30	+1,00-0,30	+1,25-0,30	+1,50-0,30

Tolleranze su:

lungh.e largh.			planarità			caratteristiche meccaniche											
s	l	scost.	s	regolo mm			titanio non legato						leghe di titanio				
				1000	2000	Tipo	1	2	3	4	7	11	5	6	9	9(a	12
≥4<6	≤6000	+5/0															
≥6<10	≤6000	+5/0	≥3<5	9	15	Rm	240	345	450	550	345	240	895	830	620	860	483
	>6000	+8/0	≥5<8	8	13	Rp min	170	275	380	485	275	170	830	795	485	725	345
≥10<25	≤3000	+5/0	≥8<15	7	11	0,2 max	310	450	550	655	450	310	–	–	–	–	–
	>3000 ≤6000	+8/0	≥15<25	7	10	A %	24	20	18	15	20	24	10	10	15	10	18
			≥25<50	6	9	Valori allo stato ricristallizzato. (a = materiale incrudito e solo parzialmente disteso.											
	>6000	+10/0															

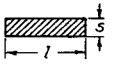
Esempio designaz. Lamiera da nastro-UNI 10258-tipo2-1,50x600x2000-laminato a freddo.
(*) Titanio non legato. (•) Leghe di titanio.

Trafilati di rame e di ottone

Filo di rame trafilato (R) UNI 3605
materiale: rame UNI 5649.
Filo di ottone trafilato (O) UNI 3213
materiale: ottoni UNI 4891 4894, 4896 4899, 5705, 5706 6398 6401, 6896, 6897. (indicare lo stato di fornit.)

d	R	O	d	R	O	d	R	O	d	R	O	d	R	O	d	R	O	d	R	O	d	R	O
0,10	x		0,32	x	x	0,60	x	x	1,20	x	x	1,90	x	x	2,70		x	4,2	x	x	8	x	x
0,11	x		0,35	x	x	0,65	x	x	1,25		x	1,95		x	2,80	x	x	4,5	x	x	8,5	x	
0,12	x		0,38	x	x	0,70	x	x	1,30	x	x	2	x	x	2,90		x	4,8	x	x	9	x	
0,14	x		0,40	x	x	0,75	x	x	1,35		x	2,10	x	x	3	x	x	5	x	x	9,5	x	
0,16	x		0,42	x	x	0,80	x	x	1,40	x	x	2,20	x	x	3,20	x	x	5,2	x	x	10	x	
0,18	x		0,45	x	x	0,85	x	x	1,50	x	x	2,25		x	3,40		x	5,5	x	x			
0,20	x	x	0,48	x	x	0,90	x	x	1,55		x	2,30	x		3,50	x	x	5,8	x	x			
0,22	x	x	0,50	x	x	0,95	x	x	1,60	x	x	2,35		x	3,60		x	6	x	x			
0,25	x	x	0,52	x	x	1	x	x	1,70	x	x	2,40	x	x	3,80	x	x	6,5	x	x			
0,28	x	x	0,55	x	x	1,10	x	x	1,75		x	2,50	x	x	3,85		x	7	x	x			
0,30	x	x	0,58	x	x	1,15		x	1,80	x	x	2,60	x	x	4	x	x	7,5	x	x			

Piatto di rame trafilato (R) UNI 3607
materiale: rame UNI 5649.
Piatto di ottone trafilato (O) UNI 3218
materiale: ottoni UNI 4891 4894, 4896 4899, 5705, 5706 6398 6401, 6896, 6897. (indicare lo stato di fornit.)

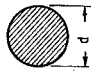


l	s: 2		2,5		3		4		5		6		8		10		12		16	
	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O	R	O
4	x	x	x	x	x	x														
5	x	x	x	x	x	x	x	x												
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x											
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
14		x		x		x		x		x		x		x		x				
15		•		•		•		•		•		•		•		•				
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
18		x		x		x		x		x		x		x		x				
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
22		x		x		x		x		x		x		x		x		x		
25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
28		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
30		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•
32	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
36		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
45		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
63		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
70		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
80		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
100							x		x		x		x		x		x		x	
125											x		x		x		x		x	
160													x		x		x		x	

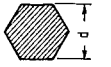
Fili Ø ≤ 0,40 (forniti in rocchetti) Ø > 0,40 (in matasse). Piatti forniti in barre con lunghezza di 2,5 a 5 m. • usare per eccezione.
Es. Des. Filo UNI 3605-Pt-Cu ETP.
Piatto UNI 3218-10x5 -Pt-CuZn 30.

Barre trafilate tonde, esagonali e quadre di rame e leghe di rame

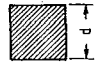
Dimens. d da	fino a	Tondi d=2÷63					Esagoni d=3÷60			Quadri d=4÷60		
		Tolleranze 0/- (in μ m)										
		Gruppo di materiale										
		I			II		I	II		I	II	
		h9	h10	h11	h11	h12	h11	h12	h13	h11	h12	h13
	3	25	40	60	60	-	60	100	-	-	-	-
> 3	6	30	48	75	75	-	75	120	-	-	-	-
4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	75	120	-
> 6	10	36	58	90	90	-	75	120	-	90	150	-
>10	18	43	70	110	110	-	110	180	-	110	180	-
>18	30	52	84	130	130	-	130	210	-	130	210	-
>30	50	62	100	160	-	250	160	-	390	160	-	390
>50	60	-	-	-	-	-	190	-	460	190	-	460
>50	63	74	120	190	-	300	-	-	-	-	-	-



UNI 9331



UNI 9332



UNI 9333

Materiali d'impiego

Gruppo	Tipo	Designazione qualità	UNI
I	Rame non legato	Pt-Cu ETP. FRHC. FRTP. OF. HLP. DLP. DHP.	5649/1
	Ottone binario	Pt-Cu Zn 40.	4891
		ZN 37.	4892
	Rame legato	Pt-Cu Ag 0,05. Ag 0,1. Ag 0,05(P). Ag 0,1(P). Ag 0,05(OF). Ag 0,1(OF). S (P 0,01). S (P 0,03). Te(P). Cd 1.	5649/2
	Ottoni al piombo	Pt-Cu Zn 40 Pb 2.	5705
		Zn 39 Pb 2.	5706
		Zn 35 Pb 2.	5707
II	Rame leg.	Pt-Cu Cr. Cr Zr.	5649/2
	Ottoni speciali	Pt-Cu Zn 39 Sn 1.	6399
		Zn 39 Al 1 Fe 1 Mn 1.	6896
		Zn 32 Mn 3 AL 12 Fe Ni.	6897
	Alpacche	Pt-Cu Ni 18 Zn 20. Ni 18 Zn 27	9222/1
		Ni 12 Zn 24. Ni 12 Zn 23 Pb 1.	9222/2
	Cupro-Nichel	Pt-Cu Ni 30 Mn 1 Fe.	7280/1
		Ni 44 Mn 1.	7280/2
	Cupral-luminio	Pt-Cu Al 8. Al 8 Fe 3.	7989/1
		Al 10 Fe 5 Ni 5.	7989/2

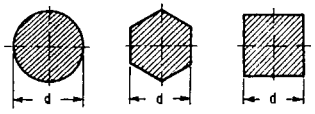
Rettilineità (freccia max f)

Lungh. nomin.	Tondi		Esagoni e quadri	
da 1000 a 2000	1 per L=1000	Irregolarità locale:	2 per L=1000	Irregolarità locale:
> 2000 a 3000	3 " L=2000		4,5 " L=2000	
> 3000 -	7 " L=3000	0,4 per L=300	10 " L=3000	0,6 per L=300

Ovalizzazione delle barre tonde: differenza fra d max e d min, non superiore alla metà della intera tolleranza di d.
Svergolatura (barre esagone e quadre) per d 18÷60: 3° per metro e 5° fino a 3 metri.
Per le caratteristiche meccaniche vedere le rispettive norme e, per il rame non legato, la UNI 3310.
Lunghezze commerciali da 2,5 a 5m
Le barre sono di regola fornite allo stato crudo. Altri stati di fornitura, lunghezze fisse, tolleranze diverse, previo accordo.
Esempi di designazione.
Barra tonda, d = 25, lungh. comm.
Tondo UNI 9331-25 (1).
Barra esagona d=12, lunghezza fissa 6000 mm:
Esagono UNI 9332-12x6000 (1).
Barra quadra, d=20, lungh. comm.:
Quadro UNI 9333-20 (1)
(1) Completare con: qualità del materiale, tolleranza, stato di fornitura.

Barre estruse tonde, esagonali e quadre di rame e leghe di rame

Dimensione d		Gruppo di materiale I	II
da	a	Tolleranze ±	
10	12	0,3	-
>12	18	0,4	0,8
>18	30	0,5	1,0
>30	50	0,6	1,2
>50	60	0,7	1,4
>60	80	0,8	1,6
>80	120	1,2	2,0



UNI 9330

Materiali d'impiego

Gruppo	Tipo	Designazione qualità	UNI
I	Ottone al Pb e ott. speciale	Pe-Cu Zn 40 Pb 2	5705
		Pe-Cu Zn 39 Pb 2	5706
		Pe-Cu Zn 35 Pb 2	5707
		Pe-Cu Zn 39 Sn 1	6399
		Pe-Cu Zn 39 AL 1 Fe 1 Mn 1	
II	Rame non legato	Pe-Cu OF	
		Pe-Cu ETP	
		Pe-Cu DLP	5649/1
		Pe-Cu DHP	
		Pe-Cu FRTP	
	Rame legato	Pe-Cu Ag 0,05. Ag 0,05(P). Ag 0,05(OF)	
		Pe-Cu Ag 0,1. Ag 0,1(P). Ag 0,1(OF)	5649/2
		Pe-Cu S (P 0,01). S (P 0,03).	
		Pe-Cu Te. Te(P).	
		Pe-CU Cd 1. Cr. Cr Zr.	
	Ottoni binari Ottoni speciali	Pe-Cu Zn 40	4891
		Pe-Cu Zn 37	4892
		Pe-Cu Zn 39 Al	6398
		Pe-Cu Zn 32 Mn 3 Al 2 Fe Ni	6897
	Alpacche	Pe-Cu Ni 18 Zn 20	
		Pe-Cu Ni 18 Zn 27	9222/1
		Pe-Cu Ni 12 Zn 24	9222/2
		Pe-Cu Ni 12 Zn 23 Pb 1	
	Cupro-nichel	Pe-Cu Ni 30 Mn 1 Fe	7280/1
		Pe-Cu Ni 44 Mn 1	7280/2
	Cupral-luminio	Pe-Cu Al 8	
		Pe-Cu Al 8 Fe 3	7989/1
		Pe-Cu Al 10 Fe 5 Ni 5	7989/2

Su richiesta, le barre tonde, con d da 10 a 32 mm, possono essere fornite in matasse.
Lunghezze commerciali da 2,5 a 5 metri; previo accordo, in lunghezze fisse.
Tolleranza sulla lunghezza delle barre (in lunghezza fissa) d ≤ 35 ± 30, d > 35 ± 15.
Tolleranze di forma, ovalizzazione delle barre tonde: la differenza d max e d min, sulla stessa sezione, non superiore alla metà della tolleranza su d.
Possono essere concordate tolleranza di rettilineità.
Esempio di designazione, barra tonda d = 30, lunghezza commerciale, rame Pe-Cu ETP:
Tondo UNI 9330-30 Pe-Cu ETP- UNI 5649/1.
Esempio designazione barra quadra d = 20, lunghezza fissa = 6000 mm ottone al piombo Pe-Cu Zn 40 Pb2:
Quadro UNI 9330-20x6000- Pe-Cu Zn 40 Pb 2 - UNI 5705.

Lamiere Bandelle e Nastri di rame e leghe di rame laminati a freddo

Lamiere (L): largh. (a) 350 ÷ 1000 lunghezze (b) fino a 4 metri. Nastri (N): largh. (a) 5 ÷ 1000 in rotoli o in bobine. Bandelle (B): largh. (a) 10 ÷ 350 lunghezze (b) fino a 4 metri.

s	N. ≤ 200	L. B. ≤ 350 N 200 a 350	L. B. > 350 a 700	N. > 700 a1000	s	N. ≤ 200	L. B. ≤ 350 N 200 a 350	L. B. > 350 a 700	N. > 700 a1000	s	N. ≤ 200	L. B. ≤ 350 N 200 a 350	L. B. > 350 a 700	N. > 700 a1000
	Tolleranze su s					Tolleranze su s					Tolleranze su s			
0,10	0,01	0,01	0,02	0,03	0,50	0,02	0,025	0,03	0,05	1,50	0,04	0,04	0,05	0,09
0,15					0,55	0,025	0,03		0,06	1,60		0,05	0,06	
0,18		0,015			0,60					1,80				
0,20					0,65					2,00				
0,22	0,015	0,02		0,04	0,70					2,20	0,05			0,11
0,25					0,75					2,50		0,06	0,07	
0,30					0,80					2,80				0,12
0,32	0,02				0,90	0,03	0,04	0,07		3,00	0,06			
0,35					1,00					3,20		0,07	0,08	0,13
0,38					1,10					3,50				0,14
0,40		0,025	0,03	0,05	1,20		0,04			4,00	0,07		0,09	
0,42					1,30				0,08	4,50	–	0,10	0,12	0,15
0,45					1,40			0,05		5,00	–			

Qualità dei materiali d'impiego

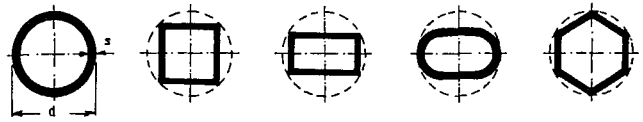
	Tipo	Designazione	UNI
Rame	Rame non legato	Pl-CuETP	5649/1
		Pl-CuFRHC	
		Pl-CuFRTP	
		Pl-CuOF	
		Pl-CuHCP	
		Pl-CuDLP	
		Pl-CuDHP	
	Rame legato	Pl-CuAg0,05	5649/2
		Pl-CuAg0,1	
		Pl-CuAg0,05(P)	
		Pl-CuAg0,1(P)	
		Pl-CuAg0,05(OF)	
		Pl-CuAg0,1(OF)	
		Pl-CuAs(P)	
		Pl-CuCd0,5	
		Pl-CuZr	
		Pl-CuZn	
Leghe di rame	Ottoni binari	Pl-CuZn5	(1)
		Pl-CuZn7	(1)
		Pl-CuZn10	4899
		Pl-CuZn15	4898
		Pl-CuZn20	4897
		Pl-CuZn28	4896
		Pl-CuZn30	4895
		Pl-CuZn33	4894
		Pl-CuZn35	4893
		Pl-CuZn37	4892
		Pl-CuZn40	4891

	Tipo	Designazione	UNI
Leghe di rame	Ottoni al piombo	Pl-CuZn35Pb2	5707
		Pl-CuZn39Pb1	7279
		Pl-CuZn39Pb2	5706
	Leghe spec.	Pl-CuSi1,5	2528/1
		Pl-CuBe2	
		Pl-CuNi2Si	
		Pl-CuSi3Mn1	
	Bronzi binari allo stagno	Pl-CuSn2	2527/1
		Pl-CuSn4	
		Pl-CuSn7	
		Pl-CuSn8	
	Cupralumini	Pl-CuAl5	7989/1
		Pl-CuAl8	7989/2
		Pl-CuAl8Fe3	
		Pl-CuAl10Fe5Ni5°	
	Cupronichel	Pl-CuNi10Fe1Mn	7280/1
		Pl-CuNi20Mn1Fe	7280/2
		Pl-CuNi25	
		Pl-CuNi30	
		Pl-CuNi30Mn1Fe	
	Alpacche	Pl-CuNi18Zn20	9222/1
		Pl-CuNi18Zn27	9222/2
		Pl-CuNi12Zn24	
		Pl-CuNi12Zn23Pb1	

(1) UNI in corso di studio.
° Qualità di cupralluminio non prevista per i nastri.

Es. des.: (sxaxb) Lamiera UNI 9328 1,5x750x2000. Bandella UNI 9328 1x300x2500. Nastro UNI 9329-0,12x x100. Aggiungere qualità materiale, stato fisico: (relative norme UNI; rame legato UNI 3310/2). Le tolleranze su (a) e su (b) sono sempre positive.

Tubi di rame senza saldatura per impieghi generali



Tubi tondi di rame senza saldatura con d = 2 a 315 e s = 0,5 a 20 mm. Questa norma si applica anche a tubi con sezione quadrata, rettangolare e, previo accordo, anche ad altre sezioni spaciali, come ovale, esagonale, ecc. di dimens. inscrivibili nella circonfer. d.

Dimensioni (x: diserie, °: non di serie ISO)

d \ s	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2		0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4		1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2	x							16	x	x	x	x	x	x					40	x	x	x	x	x	x							
2,5	x	x						18		x	x	x	x	x					42	°	x	x	x	x	x							
3	x	x	x					20		x	x	x	x	x	x				50		x	x	x	x	x							
4	x	x	x	x				22			x	x	x	x	x				63		°	°	°	°	°	°	°					
5	x	x	x	x	°			25			x	x	x	x	x	x			80		°	°	°	°	°	°	°	°	°			
6		x	x	x	°	°		28			x	x	x	x	x	x			100		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°		
8		x	x	x	x	x		30			x	x	x	x	x	x	x		125			°	°	°	°	°	°	°	°	°		
10		x	x	x	x	x		32				x	x	x	x	x	x		160			°	°	°	°	°	°	°	°	°		
12		x	x	x	x	x	x	35				x	x	x	x	x	x		200									°	°	°		
14		x	x	x	x	x	x	36				°	°	°	°	°	°	°	250									°	°	°		
15		x	x	x	x	x	x	38					x	x	x	x	x	x	315													°	°

Tolleranze sul diametro e spessore e sui tubi in rotoli

Scost. ± sul Ø medio (riga sup.) e Ø nom. (inf.) rapp. d/s				Spessore s 0,5 ≤0,8	>0,8 ≤1,2	>1,2 ≤1,4	>1,4 ≤1,8	>1,8 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 ≤3	> 3 ≤ 4	> 4 ≤ 6	> 6 ≤ 8	> 8 ≤10
d o di	>30	>30 ≤50	>50	Scost. limite sullo spess. medio ± (riga sup.) Toller. di eccentr. percentuale % (riga inf.)										
da 2	0,05	–	–	,03	,03	,03	,04	–	–	–	–	–	–	–
a 6	0,07	–	–	10	9	9	9	–	–	–	–	–	–	–
> 6	0,05	0,05	–	,03	,03	,03	,04	,04	,04	–	–	–	–	–
a 10	0,09	0,12	–	10	10	9	9	9	9	–	–	–	–	–
> 10	0,08	0,08	–	,03	,03	,03	,04	,05	,05	,06	,08	–	–	–
a 14	0,12	0,16	–	10	10	9	9	9	9	8	8	–	–	–
> 14	0,08	0,08	0,03	,04	,04	,04	,05	,06	,07	,08	,09	,10	–	–
a 18	0,12	0,16	**	10	10	9	9	9	9	8	8	8	–	–
> 18	0,12	0,12	0,12	,04	,05	,05	,06	,08	,08	,10	,10	,12	,13	–
a 30	0,18	0,24	**	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	–
> 30	0,15	0,15	0,15	–	,06	,07	,08	,10	,10	,12	,12	,14	,15	,15
a 50	0,24	0,30	**	–	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8
> 50	0,20	0,20	0,20	–	–	–	,10	,12	,12	,14	,15	,16	,17	,18
a 80	0,30	0,40	**	–	–	–	10	10	10	9	9	9	9	8
> 80	0,25	0,25	0,25	–	–	–	,12	,14	,15	,16	,17	,18	,20	,22
a100	0,40	0,50	**	–	–	–	10	10	10	9	9	9	9	8

La toller. sul Ø nom. comprende l'errore di ovalizz. ** da concordare.

Ø int. rotolo	d e/o di	Scost. Ø nom.	Scost. Ø medio
400	da 2 a 6	± 0,30	± 0,05
600	oltre 6 a 10	± 0,50	± 0,06
800	" 10 a 18	± 0,70	± 0,08
1000	" 18 a 20	± 0,90	± 0,12

Materiale: rame UNI 5649/1, qualità: Cu-DLP, Cu-DHP, Cu-OF, Cu-ETP salvo accordi diversi. Lungh. commerciali da 3,5 a 7 metri. Esempio di designazione: Tubo tondo UNI 7773-8x1,5-Cu-DLP.

Trafilati di alluminio e leghe primarie di alluminio

Filo di alluminio e leghe primarie trafilab.
Es. desig. filo Ø 6 6 UNI 3817

d									d	tol.±
0,20	0,40	0,60	1,0	1,5	2,0	2,6	3,6	5,2	0,20÷0,25	0,006
0,22	0,42	0,65	1,1	1,55	2,1	2,7	3,8	5,5	0,28÷0,40	0,007
0,25	0,45	0,70	1,15	1,6	2,2	2,8	3,85	5,8	0,42÷0,70	0,009
0,28	0,48	0,75	1,2	1,7	2,25	2,9	4,0	6,0	0,75÷1,0	0,012
0,30	0,50	0,80	1,25	1,75	2,3	3,0	4,2	6,5	1,1÷1,3	0,016
0,32	0,52	0,85	1,3	1,8	2,35	3,2	4,5	7,0	1,35÷1,6	0,020
0,35	0,55	0,90	1,35	1,9	2,4	3,4	4,8	7,5	1,7÷3,0	0,030
0,38	0,58	0,95	1,4	1,95	2,5	3,5	5,0	8,0	3,2÷6,0	0,040
									6,5÷8,0	0,045

Tondo di alluminio e leghe primarie trafilab. toller.
h 11 (UNI 3818)
h 9 (UNI 3819)
*Esempi designaz. tondo Ø 10 - h 11: 10 UNI 3818**
tondo Ø 10 - h 9: 10 UNI 3819

d									d	h11	h9
2	3,4	4,8	6,5	10	19	36	70		2÷3	0/-0,060	0/-0,025
2,1	3,5	4,9	6,8	10,5	20	38	75		3,1÷6	0/-0,075	0/-0,030
2,2	3,6	5	7	11	21	39	80		6,2÷	0	0
2,3	3,7	5,1	7,2	11,5	22	40	85		10	-0,090	-0,036
2,4	3,8	5,2	7,5	12	23	42	90		10,5÷	0	0
2,5	3,9	5,3	7,8	12,5	24	45	95		18	-0,110	-0,043
2,6	4	5,4	8	13	25	48	100		19÷	0	0
2,7	4,1	5,5	8,2	13,5	26	50	-		30	-0,130	-0,052
2,8	4,2	5,6	8,5	14	27	52	-		32÷	0	0
2,9	4,3	5,7	8,8	14,5	28	56	-		50	-0,160	-0,062
3	4,4	5,8	9	15	30	58	-		52÷	0	0
3,1	4,5	5,9	9,2	16	32	60	-		80	-0,190	-0,074
3,2	4,6	6	9,5	17	33	63	-		85÷	0	0
3,3	4,7	6,2	9,8	18	35	67	-		100	-0,220	-0,087

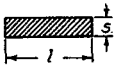
Esagono allumin. e leghe trafil. Es; des. s = 8: 8 UNI 3820

s	h11	s	h11
3	0 -0,060	27	0
		30	-0130
3,5	0 -0,075	32	0 -0,160
4		36	
4,5		41	
5		46	
5,5		50	
6		55	0 -0,190
7		60	
8	0 -0,090	65	
9		70	
10		75	
11	0 -0,110	80	
12		85	0 -0,220
14		90	
17		95	
19	0 -0,130	100	
22		-	
24		-	

Quadro allumin. e leghe trafil. Es. des. s = 8: 8 UNI 3821

s	h11	s	h11
2	0 -0,060	22	0 -0,130
3		24	
3,5	0 -0,075	26	
4		27	
4,5		28	
5		30	
5,5		32	0 -0,160
6		36	
7	0 -0,090	41	
8		46	
9		50	
10		55	0 -0,190
11	0 -0,110	60	
12		65	
14		70	
15		75	
16		80	
17		85	0 -0,220
18		90	
19	0 -0,130	95	
20		100	

Mater. allum. prim. o leghe lavor. pl.
Indicare qualità e stato di fornit.
** A richiesta, d ≤ 30 mm, toll. h10.*



Piatto di allum. e leghe trafil. Esempio design. l = 6, s = 4 mm: UNI 3822 6x4

l	s	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25
	toll.±	0,070			0,090			,110		,140	0,170	
5	0,090	x	x	x								
6		x	x	x								
8	0,110	x	x	x	x							
10		x	x	x	x			x				
12	0,140	x	x	x	x			x	x			
14		x	x	x	x			x	x			
15		x	x	x	x			x	x			
16		x	x	x	x			x	x			
18		x	x	x	x			x	x			
20	0,170	x			x			x	x	x		
22		x			x			x	x	x		
25		x			x			x	x	x		
28		x			x			x	x	x		
30	0,195		x		x			x	x	x		
40			x	x	x			x	x	x	x	
50					x			x	x	x	x	x
60	0,230				x	x		x	x			
70					x		x	x	x			
80					x	x		x	x	x		
100	0,270				x	x		x	x	x		
120								x	x	x		
150	0,315								x	x		
160									x	x		

Laminati di alluminio e sue leghe - Tolleranze dimensionali

*Rif. UNI 3812. Materiale: Alluminio primario da lavorazione plastica**

Tolleranze su spessore di lamiere e nastri

Spessore da	a ≤	Tolleranze ± su spessore per larghezze > ≤ 300	300 500	500 750	750 1000	1000 1250	1250 1500	1500 1750	1750 2000
0,10	0,15	0,01	-	-	-	-	-	-	-
0,15	0,20	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-
0,20	0,25	0,02	0,02	,025	0,03	-	-	-	-
0,25	0,30	0,02	,025	0,03	,035	-	-	-	-
0,30	0,40	0,02	,025	0,03	0,04	-	-	-	-
0,40	0,50	0,02	0,03	0,04	0,05	-	-	-	-
0,50	0,60	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	-	-	-
0,60	0,80	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06	-	-	-
0,80	1	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	-	-	-
1	1,5	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	-	-
1,5	2	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12	0,14	-
2	2,5	0,07	0,07	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,20
2,5	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,15	0,17	0,22
3	4	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,16	0,19	0,23
4	5	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,18	0,22	0,25
5	6	0,16	0,16	0,16	0,16	0,20	0,22	0,25	0,30
6	8	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,30	0,33	0,38
8	10	0,28	0,28	0,28	0,28	0,33	0,35	0,38	0,50
10	12	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,45	0,45	0,55
12		0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,50	0,55	-

*Rif. UNI 3813. Materiale: Lega leggera di alluminio prim. da lavoraz. plastica**

Tolleranze su spessore di lamiere e nastri

Spessore da	a ≤	Tolleranze ± su spessore per larghezze > ≤ 300	300 500	500 750	750 1000	1000 1250	1250 1500	1500 1750	1750 2000
0,10	0,15	0,02	-	-	-	-	-	-	-
0,15	0,20	0,02	0,03	-	-	-	-	-	-
0,20	0,25	0,02	0,03	-	-	-	-	-	-
0,25	0,30	0,02	0,03	-	-	-	-	-	-
0,30	0,40	0,02	0,03	-	-	-	-	-	-
0,40	0,50	0,02	0,03	0,04	-	-	-	-	-
0,50	0,60	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	-	-	-
0,60	0,80	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	-	-	-
0,80	1	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	-	-	-
1	1,5	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,13	-	-
1,5	2	0,06	0,06	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22
2	2,5	0,08	0,08	0,08	0,10	0,13	0,16	0,20	0,25
2,5	3	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14	0,17	0,20	0,30
3	4	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,18	0,22	0,35
4	5	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,20	0,25	0,38
5	6	0,17	0,17	0,17	0,17	0,22	0,22	0,30	0,40
6	8	0,22	0,22	0,22	0,22	0,25	0,30	0,35	0,45
8	10	0,28	0,28	0,28	0,28	0,33	0,35	0,38	0,50
10	12	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,45	0,45	0,55
12	16	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,50	0,55	-
16	20	0,50	0,50	0,50	-	-	-	-	-
20		0,60	0,60	-	-	-	-	-	-

Le seguenti tolleranze di larghezza e di lunghezza sono valide per l'alluminio primario e per le leghe di alluminio.

Toller. ± su larghezza lamiere

Spessore > ≤	larghezza 100	100 500	500 1000	1000 1500	1500 2000
≤2,5	0,8	1,5	2,5	3,0	4,0
>2,5 ≤ 6	1,5	2,5	3,5	4,0	5,0
> 6	-	4,0	5,0	6,0	7,7

Toller. ± su larghezza nastri

Spessore > ≤	larghezza 100	100 150	150 300	300 500	500 750	750 1000
≤2,5	,20	,25	,40	,70	1,0	1,3

Toller. ± su lunghezza lamiere

Spessore > ≤	lunghezze 500	500 1500	1500 3000	3000 5000	5000
≤ 6	2,0	2,5	3,5	5,0	7,0
> 6	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0

Qualora sia esplicitamente richiesto, la tolleranza sullo spessore può essere tutta in più oppure tutta in meno ed uguale al valore assoluto del campo totale di tolleranza.

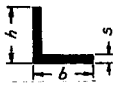
A richiesta del committente le lamiere e i nastri possono essere forniti con tolleranze unilaterali tutte in più oppure tutte in meno sulla lunghezza.

In modo analogo si procede per quanto riguarda la lunghezza delle lamiere.

* Il tipo di alluminio primario o la lega leggera di alluminio primario, da lavorazione plastica e lo stato fisico, devono essere concordati col fornitore. Sul peso teorico dei prodotti è ammessa la tolleranza di ± 5%. Esempio designazione: Lamiera (UNI 3813) 3x1000x2000 - PAl Cu 4 Mg Mn Si - T3 UNI 9002/2.

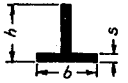
*Profilati e tubi estrusi di Anticorodal 6060 (P-AlMgSi UNI 3569)**

SAVA - Alluminio Veneto S.p.A. Divisione LLL
Via S.Martino 60 - 20017 - Rho (Milano)



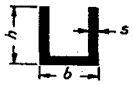
bxh	s
15x15	3
16x16	3
20x10	3
20	2-3-4
25x15	2-3
20	2-2,5-3-4
25	2-2,5-3-4
30x10	2-3
12	2-3
15	2-3
20	2-2,5-3-4
25	2-3-4
30	2-3-4-5
32x30	4
34x18	3
35x10	2
15	2-3
20	2-3
25	3
30	5
35	2-3-3,5-4-5-6
40x10	2
15	1,5-2
20	2-3-4
25	2-3-4
30	2-3-5
35	5
40	2-3-4-5-6
45x20	2-3
25	3
30	2,5-3-5
45	2-3-5
50x10	2
15	1,5-2-3
20	1,2-2-3
25	2-3
30	2-3-4-5
40	4
50	2-3-4-5-6-7-8-10
55x30	3
55	3
58x35	8
60x15	2
20	2-3-7
25	2,5-3-4

bxh	s
60x30	2-3-4-5
35	4
40	3-4-5
50	5
60	2-2,5-3-4-5-6-7
65x25	3
65	5
70x20	1,5-2
30	2
35	5
40	2
50	3-4-8
70	6-7-10
75x25	3
35	3-4
50	5-8
75	8
80x10	1,5
15	1,5
20	2
25	2
30	3
40	2-4-6
60	5
80	4-6-8
90x20	3
25	3
30	5
90	6-8
95x25	3
100x20	1,7-2
50	2-3-4-5
70	8
100	6-6,5-10
115x65	6
120x20	2
40	4
60	8
100	12
120	13
160x60	8
200x100	16
200	20



bxh	s
20x20	2-3

bxh	s
20x25	2,5
25x20	3
25	2-2,5-3
30x15	2
20	2
25	2
30	2-3-4-5
35x20	3
35	2
40x20	2
25	3
30	2,5-3
40	2-3-4-5-6
50	3
45x30	4
50x25	3
40	4-4,5
50	3-4-5-6
90	8
60x40	3-4
60	5-6
80x44	4



bxh	s
10x20	2
35	2
12x20	2,5
13x18	2
15x15	2-3
20	1,5-2-3
18x15	2
25	3
20x15	2
20	1,5-2
30	2
40	2
25x10	2
15	2
20	2
25	2-2,5-3-4
50	2
26x30	2
28x15	1,8
30x10	2
15	1,5-2-3
20	1,5-2-3
22x20	2

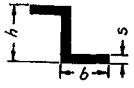
bxh	s
30x30	1,5-2-3
35x10	2
15	2-3
20	2
25	2
35	2-3
40x10	2
12	2
15	2
20	2-2,5-3
25	2,5-3-4
30	3
40	2-3-4-5
45x15	2
20	2-3
35	3
45	2
50x15	2
20	1,5-2-3
25	2-2,5-3
30	2-3-4
35	3
40	3-5
50	2-3-5
55x27	2
60x20	2-4
25	2
30	2-3-4
40	2-2,5-3-4-5-6
50	2
65x25	2
66x25	2,5
70x13	2
20	2
30	2
73x50	3
75x35	4
80x20	2
30	3
40	2,5-3-4-5
50	5
86x40	3
90x50	5
95x20	2
100x20	2
35	5
40	2-3
50	2-5
110x20	2
120x15	1,5
20	2

segue

*segue: Profilati e tubi di Anticorodal 6060 (P-AlMgSi UNI 3569)**

bxh	s
125x80	8
134x25	2,5
150x50	5
156x20	4
160x80	10
191x38	4
220x55	4

bxh	s
18x16	1,3
20x16	1,5
20	1
25x16	1,5



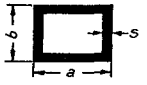
bxh	s
15x30	3
20x40	2
25x15	3
30	3
60	3

d	s
14	2
15	2
16	2-2,5
18	1,5-2-2,5
20	1,5-2-2,5-3-4
22	1,5-2
25	1-1,5-2-2,5-3
	3,5-4-5-5,5
28	1,5-2-3-4-5
30	1,5-2-2,5-3
	4-5-6-8
32	1-1,5-2-3
35	1-1,5-2-2,5
	3-3,5-5-6,5
36	1,5
38	1,5-2,5

d	s
40	1,5-2-2,5-3
	4-5-10
42	2,5-3-7,5
45	1,5-2-2,5-3-5-10
48	1,5-2-2,5-3-4-5
50	1,5-2-2,5-3
	4-5-10
56	3
60	1,5-2-2,5-3-4
	5-10-15-20
65	2-2,5
70	2-2,5-3,5-4-5-7
75	2-2,5-3-4-5
76	3
80	1-1,5-2 2,5-3
	4-5-6-10
90	2-3-5
95	2
100	2 2,5-3-3,5-4-5
	6-7-8,5-10-12-20
110	2,2,5-5-6-15-30
120	6-8
130	4,2
140	4-5-7,5-10-12
150	3-5-8
160	5
180	8
200	5-7
220	6,5-14
230	10-20
250	8

a	s
15	1,5-2
18	2
20	1,5-2
25	1,5-2-3
26	2
30	1,5-2-2,5-3
34	3
35	1,5-2
40	2-2,5-3-4
45	2
50	2-3-4-5
60	2-2,5-3-4
70	2

a	s
80	2-4
100	2,7-4



axb	s
20x10	1,5-2
15	1,5
25x10	1,5
15	1,5
18	1,6
30x10	1,5-1,8-2
15	1,5-2-2,2
18	2
20	1,5-2-2,5
35x15	1,5-2
20	1,4-1,5-2
25	1,5-2
40x10	2
15	1,5-2
20	1,5-2-2,5-3
25	2-2,5
30	2-2,5-3
35	2
45x15	2
20	2
25	2
50x15	2
20	1,5-2
23	1,5
25	1,5-2-3
30	1,4-2-2,5-3-4
34	3
40	2-2,5-3-4
60x20	2
25	2-3
30	1,8-2-3-4
40	2-2,5-3-4
70x15	2
20	1,5-2
25	2-3,5
30	2
45	2
50	2,5
75x25	2
27	3
80x15	1,2-2
18	2

axb	s
80x20	1,5-2
25	2
30	2-3
35	3
40	1,8-2-3-4
45	2-4
50	2-4
90x25	2
100x18	1,8-2
20	1,5-1,8
25	2
30	2-3
40	2-2,2-4
50	2-2,2-3-4
120x15	2,5
20	2
30	2-3
40	2-4
45	2,2
140x60	2,5
150x50	4
56	2,5

axb	s
22x12	2,35
25x14	2
30x15	2,5
18	1,5-2
20	2
35x20	2,5
40x8	1,5
20	2
22	2,5
46x18	1,8
50x10	1,5
20	2
25	3
30	2
80x35	3-4
100x40	2
141x91	20
152x99	22

** Stato di fornitura: R, Hp, TaN, TaA, TA16.*
La ditta SAVA produce anche barre tonde, quadre, rettang.e esagonali

Lamiere da costruzione, da nastro, mandorlate. Piastre fin. a caldo, temperate. Lastre nervate in alluminio e sue leghe.

Laminati di zinco

Riferimento UNI 4201 — Lamiere di zinco laminate

Larghezze x lunghezze norm. axb	700x1000	1000x1000	1000x2000	1000x2250	Toll. su s	N° distintivo dello spessore
s					±	N°
0,050	x				0,010	00
0,071	x				0,015	0
0,100	x				0,022	1
0,143		x	x	x		2
0,186		x	x	x		3
0,228		x	x	x		4
0,250		x	x	x	0,025	5
0,300		x	x	x		6
0,350		x	x	x		7
0,400		x	x	x		8
0,450		x	x	x		9
0,500		x	x	x	0,040	10
0,580		x	x	x		11
0,660		x	x	x		12
0,740		x	x	x		13
0,820		x	x	x	0,065	14
0,950		x	x	x		15
1,080		x	x	x		16
1,210		x	x	x		17
1,340		x	x	x		18
1,470		x	x	x		19
1,600		x	x	x	0,090	20
1,780		x	x	x		21
1,960		x	x	x		22
2,140		x	x	x		23
2,320		x	x	x		24
2,500		x	x	x		25
2,680		x	x	x		26

Qualità dello zinco da UNI 2013.

Tolleranze sulla largh. e lungh.

Per larghezza da 700 a 1000 ± 5mm
per lunghezza b 1000 ± 3mm
per lungh. b 2000 e 2500 ± 5mm

Le lamiere devono essere piane, bordi nettamente tranciati, superfici unite e regolari prive di imperfezioni.
Esempio designazione: Lamiera largh. 1000, lungh. 2000, sp. 0,250:

Lamiera UNI 4201-1000x2000x0,250.

Riferimento UNI 4202 — Nastri di zinco laminati

Toll. sullo spess. per largh.	da 10 a meno di 400	da 400 a meno di 500	da 500 a meno di 800	da 800 fino a 1000
s	±			
0,15	0,020	0,020	0,025	0,025
0,18				
0,20				
0,22				
0,25				
0,30			0,030	0,030
0,35		0,025	0,035	0,035
0,40				
0,45				
0,50	0,025	0,030		0,040
0,55				
0,60				
0,65				
0,70	0,030	0,035	0,050	0,065
0,75			0,065	
0,80				
0,85				

Tolleranze sulla largh. per largh.

da 10 a meno di 100	da 100 a meno di 150	da 150 a meno di 300	da 300 a meno di 500	da 500 fino a 1000
±0,2	±0,3	±0,6	±1	±3

Qualità dello zinco da UNI 2013.

I nastri devono presentare superficie lisce, unite, regolari, prive di scaglie, di vaiolature, di corrosioni ed ammanchi di materiale.

Avere i bordi tagliati netti e diritti.

I bordi devono essere controllati e non scostarsi più di 2 cm su una lunghezza di 3 m.

Esempio di designazione:

Nastro largh. 100, spessore 0,45:

Nastro UNI 4202-100x0,45.

Massa dei materiali

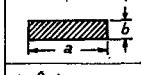
Massa lineica in kg/m dei tondi di acciaio (massa volumica = 7,85 kg/dm³)

Ø mm	kgx 1000m	Ø mm	kgx 100m	Ø mm	kgx 1m	Ø mm	kgx 1m	Ø mm	kgx 1m	Ø mm	kgx 1m	Ø mm	kgx 1m	Ø mm	kgx 1m
0,10	0,0617	0,55	0,186	2,0	0,0247	4,3	0,114	8,0	0,395	22	2,98	52	16,7	130	104
0,11	0,0746	0,58	0,207	2,1	0,0272	4,4	0,119	8,2	0,415	23	3,26	53	17,3	135	112
0,12	0,0888	0,60	0,222	2,2	0,0298	4,5	0,125	8,5	0,445	24	3,55	55	18,7	140	121
0,14	0,1208	0,65	0,260	2,25	0,0312	4,6	0,130	8,8	0,477	25	3,85	56	19,3	145	130
0,15	0,1387	0,70	0,302	2,3	0,0326	4,7	0,136	9,0	0,499	26	4,17	58	20,7	150	139
0,16	0,1578	0,75	0,347	2,35	0,0340	4,8	0,142	9,2	0,522	27	4,49	60	22,2	155	148
0,18	0,1998	0,80	0,395	2,4	0,0355	4,9	0,148	9,4	0,545	28	4,83	64	24,5	160	158
0,20	0,2466	0,85	0,445	2,5	0,0385	5,0	0,154	9,5	0,556	29	5,19	65	26,0	165	168
0,22	0,2984	0,90	0,499	2,6	0,0417	5,1	0,160	9,8	0,592	30	5,55	67	27,7	170	178
0,24	0,3551	0,95	0,556	2,7	0,0449	5,2	0,167	10	0,617	31	5,92	68	28,5	175	189
0,25	0,3853	1,0	0,616	2,8	0,0483	5,3	0,173	10,5	0,680	32	6,31	70	30,2	180	200
0,26	0,4168	1,1	0,746	2,9	0,0519	5,4	0,180	11	0,746	33	6,71	73	32,9	185	211
0,28	0,4834	1,15	0,815	3,0	0,0555	5,5	0,187	11,5	0,815	34	7,13	75	34,7	190	223
0,30	0,5549	1,2	0,888	3,1	0,0592	5,6	0,193	12	0,888	35	7,55	78	37,5	195	235
0,31	0,5925	1,25	0,963	3,2	0,0631	5,7	0,200	12,5	0,963	36	7,99	80	39,5	200	247
0,32	0,6313	1,3	1,042	3,3	0,0671	5,8	0,207	13	1,04	37	8,44	83	42,5	205	260
0,34	0,7127	1,35	1,124	3,4	0,0713	5,9	0,215	13,5	1,12	38	8,90	85	44,5	210	272
0,35	0,7553	1,4	1,208	3,5	0,0775	6,0	0,222	14	1,21	39	9,38	88	47,7	220	289
0,37	0,8440	1,5	1,387	3,6	0,0799	6,2	0,237	14,5	1,30	40	9,86	90	49,9	225	312
0,38	0,8903	1,55	1,481	3,7	0,0844	6,5	0,260	15	1,39	41	10,4	95	55,6	230	327
0,40	0,9865	1,6	1,578	3,8	0,0890	6,8	0,285	16	1,58	42	10,9	100	61,6	240	355
0,42	1,0876	1,7	1,782	3,85	0,0914	7,0	0,302	17	1,78	43	11,4	105	68,0	250	385
0,45	1,2485	1,75	1,888	3,9	0,0938	7,2	0,320	18	2,00	45	12,5	110	74,6	260	417
0,48	1,4205	1,8	1,998	4,0	0,0986	7,5	0,347	19	2,23	46	13,1	115	81,5	270	450
0,50	1,5413	1,9	2,226	4,1	0,104	7,6	0,356	20	2,47	48	14,2	120	88,8	280	484
0,52	1,6671	1,95	2,344	4,2	0,109	7,8	0,375	21	2,72	50	15,4	125	96,3	290	519

Se di forma o materiale diverso (s = Ø)		s	s	s	Ø
Moltiplicare i valori di tabella dei tondi di acciaio per:	*acciaio (mv. 7,85)*	*1,2732*	*1,1026*	*1,0548*	-
	ottone (mv. 8,5)	*1,3787*	*1,1940*	*1,1421*	*1,0828*
	rame (mv. 8,9)	*1,4435*	*1,2501*	*1,1959*	*1,1338*
	alluminio (mv. 2,7)	*0,4379*	*0,3792*	*0,3628*	*0,3439*

Massa volumica (mv.) di base in kg/dm³: acciaio 7,85; ottone 8,5; rame 8,9; allum. 2,7

Altri profilati e laminati (massa in kg, dimensioni in dm, mv. in kg/dm³)



a x b x l x mv
(l = lunghezza)

Lamiere: superficie x spessore x mv

$0,7854\,(D^2-d^2)\cdot l\cdot mv$

$(S^2-s^2)\cdot l\cdot mv$

$(BA-ba)\cdot l\cdot mv$

$(2b+h-2e)\cdot e\cdot l\cdot mv$

$(a+b-e)\cdot e\cdot l\cdot mv$

$(b+a-e)\cdot e\cdot l\cdot mv$

La massa di un materiale con mv diversa, si ottiene moltiplicando la massa di base per il coefficiente. (coeff. = mv diversa : mv base). Esempio, Esagono con s = 50 mm, lunghezza = 1 m di lega di rame UNI 4891 con mv = 8,39. Coefficiente = 8,39 : 8,5 = 0,987. Massa lineica = 15,4 x 1,1940 = = 18,148 kg.

Sezione N

DESIGNAZIONE MATERIALI

Acciai tipizzati

Nel capitolo Designazione materiali, sono riportati materiali ferrosi, in numero sufficiente, normalmente alle necessità dei progettisti. Naturalmente é compito del progettista e degli uffici tecnici scegliere fra questi, in relazione alle necessità di produzione, un numero limitato di tipi. Pochi tipi di materiali, oculatamente selezionati, allo stato di fornitura o trattati convenientemente, permettono tra l'altro:

a) possibilità di tenere il magazzino sempre ben fornito delle misure e delle quantità occorrenti, eliminando nel contempo il danno economico rappresentato dai tempi di fornitura e dall'immobilizzo di scorte vaste e costose.

b) attrezzature più efficienti e personale maggiormente specializzato nei reparti fonderia e trattamenti che, con minori tipi di acciai produrranno pezzi con caratteristiche migliori e tempi di lavorazione più brevi.

c) minori difficoltà nella lavorazione di limitati tipi di materiali dalle caratteristiche di lavorabilità meglio conosciute. Qualità standard e minore numero di utensili (bulini, frese, punte ad elica, alesatori, mole, ecc. Le economie realizzabili compensano largamente anche la necessità di utilizzare, in alcuni casi, materiali più pregiati per particolari di minore importanza. come é noto, anche il Centro di Informazione del Nichel e le Associazioni Siderurgiche Italiane si orientano verso la semplificazione nell'impiego dell'acciaio. Dalle loro pubblicazioni é tratto il seguente capitolo "Acciai tipizzati" Questa prima tipizzazione, che interessa gli acciai speciali da cementazione e da bonifica, può servire di guida nella scelta dei tipi di materiali più adatti alle esigenze di produzione delle varie aziende.

- Acciai tipizzati -

1) Influenza dei vari elementi negli acciai legati

Il carbonio é l'elemento che influisce in maggior misura sulle caratteristiche fisico-meccaniche degli acciai. Esso aumenta fortemente la durezza in tutti gli stati di trattamento e maggiormente allo stato di tutta tempra. Le principali variazioni di caratteristiche prodotte dagli elementi di lega sono:

a) la diminuzione della velocità di raffreddamento con conseguente aumento della temprabilità. (Mo, Mn, Cr, V, Si, Ni).

b) il miglioramento del complesso resistenza-tenacità (Ni,Mn,Cr,Mo)

c) l'aumento della durezza (Mn, Mo, Cr, Ni, V, Si).

d) l'aumento del limite di elasticità (Si, V, Mo).

e) la diminuzione della sensibilità al surriscaldo (V,Mo,Cr,Ni).

f) l'aumento della stabilità al rinvenimento (V, Mo, Cr).

g) l'aumento della durezza a caldo (V, Mo, Cr).

h) l'eliminazione o riduzione della tendenza alla fragilità al rinvenimento (Mo).

Se in un'acciaio si trovano due o più elementi di lega, non sempre l'azione complessiva é la somma delle azioni esercitate da ciascun elemento. Gli elementi leganti sono indicati in ordine decrescenti di effetto.

1-1) - Il grano austenitico -

Il comportamento al trattamento termico di un'acciaio dipende, oltre che dalla sua composizione chimica, anche dalla grossezza del grano austenitico. Per esempio, a parità di comp. chim., gli acciai a grano grosso, hanno una maggior temprabilità di quelli a grano fino. Questi ultimi presentano però minori distorsioni e cricche di tempra e, dopo trattamento, maggiore tenacità. La scala convenzionale (UNI 3245) del grano austenitico, classifica 8 grossezze tipiche: dal N° 1 (grano più grosso) al N° 8 (grano più fine). Gli acciai tipizzati hanno un grano austenitico compreso nell'intervallo 4-8.

segue

segue: Acciai tipizzati

1-2) Modi di aumentare la resistenza a fatica

Quando il miglioramento del disegno (per es. riduzione delle concentrazioni di sforzo, vedi Cap. Meccanica, Norme tecniche di disegno) sia stato sviluppato ai limiti del possibile, rimangono ancora i trattamenti dello strato superficiale dei pezzi, considerando che le rotture a fatica si innescano quasi sempre in superficie, specie per organi lavoranti a flessione ed a torsione.

Essi sono:

a) nitrurazione gassosa.
b) nitrurazione morbida salina.
c) cementazione (su acc. da cem.)
d) indurimento superficiale con processi ad induzione.
e) rullatura o altra operazione di deform. plast. localizzata.
f) pallinatura.

Questi procedimenti sono praticamente vantaggiosi se eseguiti su elementi a forte concentrazione di sforzo (comprendendo in questo caso, quello delle rugos.superf.).

- Effetti di miglioramento della resistenza a fatica ottenibile con vari procedimenti.

Procedimento	Applicazione su:	Migl. %
nitr. gass.	solido a sez. unif.	15-25
nitr. morb.	solido con concentr.	40-80
cem. e temp.	denti di ingranaggi	50
temp. a ind.	alberi a sup. grezza	50-80
rullatura	solido cilindrico	10-20
	solido con raccordi	30-50
pallinatura	superficie grezze	50-80
	organi intagliati	30-40

La nitrurazione salina morbida produce uno strato durissimo ma molto sottile (0,005-0,015 mm) con ottime proprietà antifrizione e resistenza all'usura.

2) Scelta e trattamento termico degli acciai da cementazione

- Premessa -

Per ottenere una elevata durezza superficiale, negli acciai al solo carbonio, occorre effettuare la tempra in acqua, con conseguenti notevoli, e quasi sempre inaccettabili, deformazioni dei pezzi. Questo perché l'acciaio al carbonio ha bassa penetrazione di tempra, strato cementato molto fragile e lungo tempo di trattamento. gli acciai legati consentono oggi di ovviare a questi inconvenienti. Tramite la conoscenza delle loro caratteristiche e dei trattamenti termici, anche gli acciai a modesto contenuto di elementi leganti si possono ottenere brillanti risultati.

2-1) Scelta dell'acciaio

I requisiti fondamentali richiesti all'acciaio da cement. sono: elevate resist. all'usura dello strato cement. e capacità del nucleo a sopportare le sollecitaz. a flessione e ad urto, senza deformaz. e rottura. Inoltre buone attitudini alla cementaz., nessuna tendenza alla formazione di carburi di austenite residua di tempra buona lavorabilità dopo adeguato trattam. termico preliminare. Per questa classe di acciai sono stati tipizzati tre tipi, contenuti nelle UNI 7846 e 8550 e cioé: 16CrNi4, 20CrNi4 e 18NiCrMo5. in linea di massima le durezze da ottenere, dopo trattamento saranno: strato cement. HRC ≥ 60; sotto lo strato HRC = 35-45; nucleo HRC = 28-35. In base alle caratter.di temprabilità é consigliabile: 16CrNi4 fino a 80 mm di spessore, 20CrNi4 fino a 60 mm. 18NiCrMo5 per tutte le misure ma preferibilmente oltre 20 mm.

2-2) Trattamento termic. prelim.

eseguito dopo la lavor. plastica a caldo, ha lo scopo di omogeneizzare la struttura, migliorare la lavorab., ridurre al minimo le tensioni interne. La struttura di ferrite e perlite conferisce la max lavorab. nelle operazioni di tornitura, fresatura, brocciatura e foratura. Struttura sorbitica per dentatura e sbarbatura. Non essendo industrialmente possibile fare trattam. intermedi ad ogni cambiamento di lavor., si raccomanda la scelta fra: a) normalizzazione, b) ricottura isotermica, c) bonifica di lavorabilità. Sconsigliabili la ricottura completa e quella subcritica che addolciscono trop-

segue

segue: Acciai tipizzati

po l'acciaio e lo rendono poco lavorabile.

a) - Normalizzazione -

E'il più economico dei trattamenti, consente di ottenere buona struttura ferritico-perlitica. Se l'acciaio é abbastanza legato e le sezioni dei particolari sono piccole, può comparire qualche isola di bainite, dannosa ai fini della lavorab. Per particolari a sezioni molto disuniformi, il raffreddamento incontrollato in aria provoca notevoli tensioni interne che nei successivi trattamenti danno un aumento di deformazioni.

b) - Ricottura isotermica -

Consente di ottenere la massima uniformità di struttura ferritico perlitica, con assenza di isole di bainite.

Con temperatura del secondo stadio bene scelta, in relazione al tenore di carbonio, si può ottenere una perlite più o meno fine per avere la massima lavorabilità. Tenendo la temp. del 1° stadio circa 50°C > della temp. di cementazione, si provoca un temporaneo ingrossamento del grano e si ottiene un ulteriore miglioramento nell'asportazione del truciolo. E' questo il miglior trattamento preliminare per gli acciai da cementazione mediamente legati.

c) - Bonifica di lavorabilità -

E' particolarmente usata per organi di una certa mole, per i quali la ricottura isotermica non può essere più razionalmente eseguita. Consente di rigenerare bene l'acciaio, dopo una lavorazione plastica a caldo poco corretta e fornisce la migliore finitura superficiale delle dentature. Conferisce al materiale la resistenza di 685-735 N/mm^2 che é quella di massima lavorabilità.

2-3) Trattamenti termici finali -

Vengono eseguiti su particolari finiti di lavorazione meccanica ed hanno lo scopo di conferire a gli organi le caratteristiche richieste. Per i pezzi da cementare la tempra, che può essere: a) diretta. b) singola. c) scalare martensitica, e il rinvenimento di distensione. Il costo elevato e l'entità delle deformazioni sconsigliano il trattamento di doppia tempra.

a) - Cementazione -

La cementazione in cassetta é ancora usata quando non si abbiano esigenze particolari di economia e di precisione. Per produzioni di serie, l'atmosfera controllata rappresenta la soluzione migliore sia dal lato tecnico, che dal lato economico. Il generatore deve fornire al forno an'atmosfera che abbia un potenziale carburante di 0,8-0,9 %, arricchendo l'atmosfera con l'aggiunta del 2,5-3,5 di CH_4 in forno. Gli spessori efficaci di cementazione ottenibili dopo 1 ora di permanenza a temp., sono funzione della temp. stessa. A titolo indicativo (T = temperatura, S_f = spessore dopo 1 h) T 880°C S_f = 0,3 mm. T 930°C S_f = 0,4 mm. Per durate maggiori lo spessore ottenuto S_f é funzione della radice quadrata del tempo t, ($St = S_f \sqrt{t}$).

b) - Tempra -

La tempra segue il trattamento di cementazione e ha lo scopo di conferire allo strato le proprietà richieste.

c)- Rinvenimento di distensione -

Questa operazione é sempre consigliabile, anche se provoca la perdita di uno o due punti Rockwell di durezza. Si ottiene però un sensibile inalzamento della tenacità dello strato cementato e se il particolare deve essere rettificato si riducono notevolmente le probabilità di cricche tens.

d)Cementazione con tempra diretta

Con questo procedimento di tempra tanto il cuore, quanto lo strato cementato, risultano induriti. Procedimento rapido ed economico. Si presta però solo per acciai a grano fino, perché il metodo non consente l'affinamento del grano austenitico in alcuna porzione del materiale.

e)Cementazione con tempra singola

Con la tempra singola (temp. di

segue

segue: Acciai tipizzati

austenitizzazione da 800 - 860°C) si migliorano le caratteristiche dell'acciaio, con affinamento del grano al cuore e parziale soluzione dei carburi ipereutettoidi; un certo ingrossamento del grano, nello strato cementato, si annulla con l'uso di acciai a grano fine. Col massimo di temp. si conferisce all'acciaio le sue caratteristiche tipiche.

f) Cementazione con tempra scalare martensitica -

Con questo sistema, la trasformazione martensitica ha luogo regolarmente, ma si attenua il pericolo di eccessive tensioni e di cricche. Indicato per acciai particolarmente sensibili alla formazione di cricche e per pezzi di forma complessa.

- Spessori efficaci di cementazione (HRC > 50) in funzione del modulo di dentatura. -

Modulo	1,0-2,0	2,0-3,3	3,3-4,7	4,7-6,5
Spess. mm	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
Modulo	6,5-8,5	8,5 - 10,8	10,8 - 13,5	
Spess. mm	1,0-1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,5	

Non é superfluo rammentare che: Cementazione e tempra conferiscono all'acciaio tre proprietà:

1a) maggiore resistenza all'usura per la elevata durezza superfic.,

2a) maggiore resistenza a fatica in conseguenza delle tensioni interne generate dal trattamento.

3a) possibilità di reggere forti carichi specifici in funzione del lo spessore dello strato cementato e della durezza del cuore. Nel caso particolare degli ingranaggi, per avere le migliori prestazioni, occorre uno strato cementato, adeguato alle contrastanti esigenze di tensioni interne e di resistenza allo sfondamento. Tale spessore é funzione delle sollecitazioni in gioco, e quindi indirettamente del modulo delle dentature.

3) Deformazioni e caratteristiche meccaniche -

Una buona previsione della rumorosità di un ingranaggio in funzionamento, si può ottenere, misurando lo scostamento subito dall'inclinazione dell'elica del dente e le variazioni del profilo della evolvente dei valori teorici prefissati.

- Deformazioni della dentatura di ingranaggi di acciaio 20CrNi4 cementati e tempr. con vari cicli -

Tipo di tempra	dev. elica	dev. evolv.
in olio a 50°C	15 µm	15 µm
in olio a 100°C	10 µm	8 µm
sc.mar.(olio170°C)	2 µm	5 µm
doppia(olio 50°C)	37 µm	30 µm

Per esempio, errori di ± 5 µm nel l'elica e di ± 10 µm nel profilo, sono trascurabili su ingranaggi per usi automobilistici. Valori doppi danno luogo a rumorosità accentuate. Le deformazioni si riducono a mano a mano che la temperatura dell'olio aumenta. Valori minimi si hanno con la tempra scalare martensitica. Massimi, e necessari di successiva correzione, con la doppia tempra che peraltro sconsigliamo. Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche del le dentature, a ciclo ultimato, queste sono influenzate dalle vicende termiche subite, come é dimostrato dalla tabella seguente:

- Confronto dei valori di "indice di tenacità" I (%) e di resistenza R (N/mm^2) ottenuti su provette Mesnager cementate e trattate con vari cicli -

Trattamento (temperature T in °C)	Caratteristica	Valori delle carat. degli acciai 16CrNi4 20°C	16CrNi4 -20°C	20CrNi4 20°C	20CrNi4 -20°C	18NiCrMo5 20°C	18NiCrMo5 -20°C
Tempra dir. cementaz. a 920 5/10, discesa a 820,T olio 50 distens a 160.	I	112	47	100	47	115	78
	R	1225	-	1275	-	1275	-
Tempra sc. mart.,cement. a 920 5/10, discesa a 520, T olio 170,raff.in aria,dist.a 160.	I	141	43	125	42	141	57
	R	1100	-	1140	-	1155	-
Dopp. temp.,cement.a 900,5/10,1a temp. 850, 2a temp. 820 in olio a T 50, dist. a 160.	I	234	152	165	106	260	182
	R	940	-	1060	-	1225	-

segue

segue: Acciai tipizzati

E' evidente che la minima resilienza e la massima resistenza si ottengono con la tempra diretta in olio freddo. La tempra scalare martensitica, riduce leggermente la resistenza e inalza la resilienza. La doppia tempra provoca variazioni di caratteristiche molto sentite e, come abbiamo già detto anche notevoli deformazioni

4)-Scelta e trattamento termico degli acciai da bonifica -

- Premessa -

Gli acciai al solo carbonio trovano utile applicazione nel campo della bonifica, quando le sezioni sono piccole, le deformazioni di tempra in acqua non preoccupano e non si richiedono elevate tenacità anche nel cuore dei pezzi.

Quando le sezioni siano più grandi e si desideri indeformabilità e tenacità maggiore é necessario usare acciai legati. Gli acciai da bonifica tipizzati 39NiCrMo3 e 40NiCrMo7, hanno elementi di lega ben scelti e dosati per conferire alte caratteristiche meccaniche. Opportunamente trattati sono impiegati in numerose applicazioni e per organi fortemente sollecitati.

4-1) _ Scelta dell'acciaio -

Negli acciai da bonifica é fondamentale la conoscenza delle caratteristiche di temprabilità. Occorre pertanto che queste siano opportunamente graduate, sia in rapporto alla sezione del pezzo, quanto al livello di durezza dopo tempra. Per questa classe di acciai, sono stati tipizzati due tipi al Ni-Cr-Mo di caratteristiche particolarmente brillanti e sicure. Il 39NiCrMo3 e il 40NiCrMo4 corrispondono alle UNI 7845 e 7874. Il 39NiCrMo3 é largamente diffuso e apprezzato, per la buona lavorabilità e facilità di trattamento. E' raccomandato per pezzi di Ø o spessore fino a 100 mm. Come norma, il suo impiego é consigliabile nell'intervallo di R 785 - 1175 N/mm². Il 40NiCrMo7 equivalente all'AISI 4340 di grande notorietà, si impiega per pezzi ad alta resistenza, fortemente sollecitati, anche di grosse dimensioni, essendo caratterizzato da una temprabilità elevata. Per condizioni di tempra normali é consigliabile per pezzi di Ø o spessore fino a 150 mm, nell'intervallo di R 980 - 1375 N/mm².

4-2) Trattamento termico prelim.-

Viene effettuato dopo lavorazione plastica a caldo, per migliorare la lavorabilità; può essere omesso per materiali forniti bonificati, quando i carichi di rottura non sono molto elevati (980 N/mm²)

Il trattamento preliminare si sceglie tra:

a) - Ricottura completa -

Si ottiene una buona struttura di perlite lamellare, molto adatta per fresatura, foratura e taglio alla sega. La resistenza di 735-785 N/mm² permette di lavorare con buone velocità di taglio.

b) Normalizzazione e rinvenimento

Di regola si realizza in forni regolari a programma, ma anche con impianti relativamente modesti, operando correttamente, si ottengono discreti risultati; resistenza 735-785 N/mm² e struttura bene uniformata.

c) - Ricottura isotermica -

E' un trattamento preliminare di alta qualità, che consente di conferire alta lavorabilità all'acciaio, ottenendo una perlite di bassa durezza.

d)-Ricottura di globulizzazione -

Particolarmente indicata per le lavorazioni plastiche a freddo e per la tornitura di sgrossatura perché, la completa globulizzazione fa assumere all'acciaio la massima dolcezza e tenacità.

4-3)-Trattamenti termici finali -

Il trattamento finale classico per gli acciai 39NiCrMo3 e 40NiCrMo7 é la bonifica, che conferisce all'acciaio, la resistenza richiesta. Particolari trattamenti sono anche: Tempra scalare martensitica, nitrurazione, indurimento superficiale, bonifica isotermica

a) Bonifica (tempra e rinvenim.)

Preferibile il forno continuo; in

segue

segue: Acciai tipizzati

forni non continui, la tempra simultanea di una grande massa di particolari non può dare risultati soddisfacenti. E'necessario olio minerale a media viscosità (2-2,3 engler a 50°C) ed alto punto di infiammabilità, tenuto in agitazione.

b)- Tempra scalare martensitica -

Si ottengono notevoli vantaggi sulle deformazioni particolarmente nel tipo 40NiCrMo7. Risultati migliori quanto più piccole sono le sezioni. Per questo trattamento é necessario un bagno di sali a 260-320°C. La temp. di rinv. é funzione delle caratteristiche che si vogliono conferire all'acciaio. Di norma nell'intervallo 450-650°C, per dare al materiale il miglior complesso resistenza-tenacità. In taluni casi si può effettuare la sola distensione a 160-180°C per ottenere il massimo valore di resistenza e di limite di elasticità.

c) - Nitrurazione a gas -

Le durezze superficiali ottenibili (Vickers 500-600) sono più basse di quelle ottenibili con acciai da nitrurazione; la resistenza all'usura é però migliore; lo strato indurito é più resistente agli urti. Indicato per ingranaggi, alberi e organi molto sollecitati e tolleranze ristrette. Consigliata la lappatura.

d)- Indurimento superficiale -

Induriti localmente, mediante riscaldamento ad induzione, in limitate superfici che devono resistere all'usura o a forti carichi specifici; sulle zone così trattate si ottengono durezze ≥ 57 HRC.

e) - Bonifica isotermica -

Si ottengono caratteristiche meccaniche superiori alle consuete (R 1275-1670 N/mm²) e valori di resilienza molto soddisfacenti. Ha però scarza penetrazione e quindi sconsigliabile per spessori oltre 30 mm per il 39NiCrMo3 e oltre 40 mm per il 40NiCrMo7. Per pezzi di piccole dimensioni, si hanno notevoli vantaggi come: semplicità del trattamento, riduzione di tensioni interne e quindi delle deformazioni

- Significato dei simboli -

Aust. = austenitizzazione
Bon. = bonifica
Bon.l. = bonifica di lavorabilità
Cem. = cementazione
Dur. = durezza
Dist. = distensione
In.lav. = indice di lavorabilità
Nit. = nitrurazione
Norm. = normalizzazione
Perm. = permanenza
Raff. = raffreddamento
Ric. = ricottura
Ric.c. = ricottura completa
Ric.g. = " di globulizzazione
Ric.i. = ricottura isotermica
Ric.l. = " di lavorabilità
Rinv. = rinvenimento
Rin.d. = " di distensione
Sol. = solubilizzazione
St. = stadio
St.n. = stato naturale
T. = temperatura °C
T.a. = temperatura austenitica
Tem. = tempra
Tem.d. = tempra diretta
Tem.n. = tempra negativa
Tem.o. = tempra in olio
Tem.p. = tempra preliminare
Tem.s. = tempra singola
Tem.s.m. = tempra scalare martensit.
Tras.is. = trasformazione isoterm.
Trat. = trattamento

(2-2) Acciai da cem. Trat. preliminari

a)Trat. norm.		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
Aust.	T	870-890	860-880	860-880
	Perm. min/mm°	1	1	1
Raff.		in aria calma		
Dur.max	HB	240	290	290
In.lav.		65-50	55-40	60-45

b)Trat.ric.i.		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
1°St.(austenitiz.)	T	820-830*	820-830*	820-830*
	Perm. min/mm°	1	1	1
Raff.		rapido alla T.del 2° St.		
2°St.(Tras.is.)	T	630-640	630-640	650
	h	1	2	2
Raff.finale		in aria		
Dur. max	HB	200	220	220
In.lav.		75-60	80-62	70-58

segue

segue: Acciai tipizzati

c)Trat.bon.l.		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
Tem.	T.aust.	860-880	860-880	850-870
	Perm. min/mm°	1	1	1
	Raff.	rapido in acqua (o olio)		
Rinv.	T.	590-620	600-630	600-630
	Perm. min/mm°	2	2	2
	Raff.	in aria calma		
Dur. max HB		225	225	225
In.lav.(tem.o.)		-	30-25	30-25

°Per pezzi singoli.*con T.880-950 più elevato In.lav. Nota- Al valore min di HB corrisponde l'In.lav. più elevato.

(2-3) Acciai da cem. Trat. term. finali

a) Trat.cem. con tem.d.		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
Cem.	T.	880-930	880-930	870-920
	Perm.	secondo la prof. richiesta		
Tem.d.		Raff. rapido in olio T.50 o T.110-120 dirett. dalla T.di cem. o preceduto da discesa lenta in forno e breve sosta a T. 800-820.		
Rind.d.	T.	150-180*	150-180*	150-180*
	Perm.h	2	2	2

b)Trat. cem. con tem.s.		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
Cem.	T.	880-930	880-930	870-920
	Perm.	secondo la prof. richiesta		
	Raff.	lento in forno fino a T.subc.		
Tem.	T.aust.	800-860	800-860	800-860
	Perm. min/mm°	1	1	1
	Raff.	rapido in olio T.50/110-120		
Rin.d.	T.	150-180*	150-180*	150-180*
	Perm.h	2	2	2

° Per pezzi singoli. * Per caratteristiche meccaniche medie.

c)Trat. cem. con tem.s.m.T		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
	Perm.	880-930	880-930	870-920
		secondo la prof. richiesta		
Cem.	Raff.	lento in forno a T.subcrit. seguito dal riscaldo ditem. o lento in forno fino a T. 800-820 seguito dallo spegnimento nel mezzo di tem., o omettere il raff. quando la tem. é diretta.		
	T.a.*	800-830	800-830	800-830
Tem. s.m.	Perm. min/mm°	1	1	1
	Raff.	rapido in olio o bagno di sali T.170-200 con perm.		

segue)		16CrNi4	20CrNi4	18NiCrMo5
Tem. s.m.	Raff.	suff. ad unif. la T.senza iniziare la trasf. e raff. finale in aria calma.		
Rin.(eventuale)	T.	150-180*	150-180*	150-180*
	Perm.h	2	2	2

°Per pezzi singoli.*Dopo raff. a T.subcr.
* Per caratt. meccaniche medie.

Acc. da cem. Caratt. mecc. medie in funz.

a) del Ø del saggio trattato.

	Ø	R	Re	A	K	KCU	Note
16CrNi4	10	1295	1010	11	91	66	Saggio sottoposto a tempra da 850°C in olio e rinvenimento di distensione a 180°C per 2 ore. Provetta proporz. corta ricavata al centro del saggio per i Ø 25 mm oppure con l'asse a 12,5 mm dalla superficie del saggio per i Ø ≤ di 25 mm.
	15	1145	920	11,5	95	67	
	20	1060	855	11,9	98	70	
	25	1010	775	12,5	103	74	
	30	960	715	13,1	108	76,5	
	35	920	665	13,7	112	80	
	40	890	620	14,5	116	84	
	45	865	600	15,3	121	86	
	50	845	580	16	124	88	
20CrNi4	10	1385	1155	10	82	59	
	15	1305	1080	10,1	84	61	
	20	1215	1000	10,5	88	63	
	25	1130	910	11	93	66	
	30	1040	855	11,5	98	71	
	35	1000	805	12	103	74	
	40	950	755	12,5	108	76,5	
	45	930	715	13	113	81	
	50	910	685	13,5	118	85	
18NiCrMo5	10	1365	1130	10,5	88	64	
	15	1285	1050	10,8	93	67	
	20	1195	960	11,4	98	71	
	25	1130	900	12	104	75	
	30	1080	835	12,7	110	78	
	35	1030	785	13,3	117	84	
	40	1000	735	13,9	126	90	
	45	980	705	14,5	136	98	
	50	960	675	15	148	106	

Acciaio da cementazione
Caratteristiche mecc. medie in funzione

b) della temperatura di rinvenimento

	T.r	R	Re	HRC*	A	K	KCU	Note
16CrNi4	0	1275	980	65,0	10,6	83	61	Tem.T. 850 in olio e rinv.2 h. Provetta prop. corta 0,5 mm di sovram. tolto
	100	1275	1020	64,4	11,4	93	67	
	200	1255	1040	61,0	11,5	94	68	
	300	1215	1020		11,1	79	58	
	400	1120	940		11,5	73	54	
	500	960	805		14,0	116	80	
	600	785	620		19,0	186	129	
20CrNi4	0	1420	1155	65,2	10,0	74	51	
	100	1420	1155	64,6	10,5	80	58	
	200	1410	1145	60,4	11,0	88	64	
	300	1375	1130		11,2	74	54	
	400	1245	1040		11,5	61	44	

segue

segue: Acciai tipizzati

segue: Acc. da cem. Caratt. mecc. medie in funz. della temp. di rinvenimento.

	T.r	R	Re	HRC*	A	K	KCU	Note
	500	1030	880		13,7	98	69	prima
	600	825	685		17,2	157	114	della
18NiCrMo5	0	1375	1130	65,0	10,7	85	61	prova.
	100	1375	1130	64,4	11,3	94	68	* Dur.
	200	1355	1120	60,2	11,3	93	68	super.
	300	1305	1100		11,1	75	55	strato
	400	1175	1010		12,0	81	59	cem.
	500	1010	865		14,5	127	91	tem. e
	600	795	665		19,9	186	132	rinv.

(4-2) Acciai da bonif. Trat. preliminari

a) Trat. Ric.c.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Aust.	T.	850-870	850-870
	Perm.min/mm°	1	1
Raff.		lento in forno (T30/hmx) (T10/hmx) fino a 600°C circa indi in aria	
Dur. max	HB	220	220
In. lav.		50-43	45-42

b)Trat.di Norm.eRinv.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Aust.	T.	850-870	850-870
	Perm.min/mm°	1	1
Raff.		in aria calma	
Rinv.	T.	650-680	650-680
	Perm.min/mm°	2	2
	Raff.	in aria	
Dur. max		240	250
In. lav.		50-46	48-44

c) Trat. di ric.i.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
1°stadio	T.	790-810	790-810
(aust.)	Perm.min/mm°	1	1
Raff.		rapido a T.2° stad.	
2°stadio	T.	650	650
(tras.is.)	Perm.h	2	2
Raff. finale		in aria	
Dur. max.	HB	230	250
In. lav.		60-57	55-52

° Per pezzi singoli

d)Trat. di Ric.g. mediante Ric. subcrit. con tem. preliminare		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Tem. prel.	T.austeniz.	830-850	830-850
	Perm.min/mm°	1	1
	Raff.	in acqua (o olio)	
Ric.g.	T.	690-710	670-690
	Perm.h	8	15
	Raff.	in aria	
Durezza max		220	240

(4-3) Acc. da bon. Trat. term. finali

a) Trat. di bon.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Tem.	T. austenit.	830-850	830-850
	Perm.min/mm°	1	1
	Raff.	rapido in olio	
Rinv.	T.	400-650°	400-650°
	Perm.min/mm°	2	2
	Raff.	in aria	

b) Trat. di bon. con tem. s. m.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Tem.s.m.	T.austenit.	830-850	830-850
	Perm.min/mm°	1	1
	Raff.	rapido in bagno di sali	
		T.290-320(39) perm.suff.ad uniform. la T.senza iniziare la trasf. e raff. finale in aria calma o olio.	T.260-290(40)con
Rinv.	T.	400-650°	400-650°
	Perm.min/mm°	2	2
	Raff.	in aria	

c) Trat. di nit. in gas con bon.prelim.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Bon. prelim.	T. di tem.(in olio)	830-850	830-850
	T. di rinv.	550-600	550-600
Rin.d. (eventuale dopo sgossatura)	T.	550~	550~
Nit. in NH_3 gassosa dopo finitura	T.	500-520	500-520
	Perm.	sec. la prof. rich.	
	Raff.	lento in forno fino a T. 150 indi in aria calma.	
Dur. superficiale HV		550-600	550-600

d) Trat. di tem. superficiale dopo bon.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
Aust. superficiale	T.	810-840	800-830
	Perm.	sec. la prof. rich.	
	Raff.	rap.in acqua o olio	
Rin. d.	T.	150-200	150-200
	Perm.h	2	2
Dur. superf.	HRC	55-60	55-60

°Per pezzi singoli. °Per caratteristiche meccaniche medie

e) Trat.di bon.isot.		39NiCrMo3	40NiCrMo7
1° stadio	T.	830-850	830-850
(aust.)	Perm.min/mm°	1	1
	Raff.	rap.a T.del 2°stad.	
2° stadio	T.	320-360	310-350
Tras.is.*	Perm.	fino a compl.trasf.	
Raff. finale		aria calma o olio	

°Per pezzi singoli.* in bagno di sali.

segue

segue: Acciai tipizzati

Acc. da bon. Caratt. mecc. medie in funz.
a) del diametro del saggio.

	Ø	R	Re	A	K	KCU	Note
39NiCrMo3	10	1050	900	15,0	123	88	Saggio tem.
	25	1000	855	15,4	124	90	T.850(olio)
	50	930	765	15,9	126	93	rinv. T.600
	75	900	705	16,5	129	93	2h.Pr.pr.c.
	100	880	685	17,0	132	95	dal centro
40NiCrMo7	10	1110	960	14,5	106	76	(Ø≤40)o con
	25	1100	956	14,6	106	76	asse a 1/6
	50	1060	930	14,8	107	76,5	del Ø, ma
	75	1030	887	15,2	110	77	non < 12,5
	100	1000	845	15,5	113	79	dalla sup.
	125	960	805	15,8	116	81	del saggio
	150	940	785	16,2	118	84	(Ø> 40 mm).

b) della temperatura di rinvenimento.

	T	R	Re	A	K	KCU	Note
39NiCrMo3	400	1460	1245	9,8	43	30	Coeff. me-
	450	1355	1165	10,4	53	36	dio di R in
	500	1245	1070	11,4	66	46	funz. T. di
	550	1120	950	12,7	88	63	rinv.(500 e
	600	980	825	15,6	123	88	650 T.)10°=
	650	855	705	21,0	165	118	98 N/mm² =
40NiCrMo7	400	1520	1305	9,2	39	26	4°C. Tempr.
	450	1420	1245	9,8	47	33	850 T. olio
	500	1325	1165	11,0	59	41	rinv. 2H su
	550	1205	1080	12,6	76	53	saggio Ø 40
	600	1080	960	15,0	103	73	ricav. dal
	650	970	855	18,8	135	98	centro.

Forma e stato di fornitura degli acciai tipizzati

	Acciai	16Cr Ni 4	20Cr Ni 4	18 Ni CrMo5	39 Ni CrMo3	40 Ni CrMo7
	Stato di fornitura	Durezza max HB				
*	Naturale di lamin.	-	-	-	-	-
**	Ric. lav.	220	250	240	240	270
	Nat.di lam	-	-	-	-	-
	Ric. lav.	220	250	240	240	260
	Ric.compl.	-	-	-	220	240
	Normaliz.	240	290	290	-	-
	Bonifica	-	-	-	°	°

° La dur.varia in funz. del profilo (vedi R appross. nelle Caratt. mecc. medie).
* = billetta. ** = barra laminata.

Comparazione approssim. acciai tipizzati.

	Italia UNI	Francia AFNOR	USA AISI SAE	G.B. BS	Germania DIN
Acc da cem	16CrNi4	16NC6	3115	-	15CrNi6
	20CrNi4	20NC6	3120	En352	-
	18NiCrMo5	16NCD5	4718	En353	-
Acc bon	39NiCrMo3	40NCD2	9840	En100	36CrNiMo4
	40NiCrMo7	-	4340	En24	34CrNiMo6

- Lavorabilità all'utensile -
La lavorabilità nelle lavorazioni di macchina con asportazione di truciolo é una proprietà tecnologica del materiale in relazione con più di una caratteristica fisica o meccanica. Può essere valutata con prove empiriche, riproducendo più o meno da vicino, le condizioni di lavoro. E'influenzata, fra le altre, da queste sue caratteristiche: durezza, tenacità, tendenza all'incrudim.,saldabilità per press. microstruttura. La lavorabilità é una misura sia della facilità di taglio che della qualità della superf.ottenuta.
- Lavorabilità e microstruttura -
Acciai dolci con forti % di ferrite si lavorano male. Perlite lamellare nella matrice ferritica é favorevole. Perlite globulare, favorevole escluso gli acc. da cem. Martensite e bainite sfavorevole. Sorbite sfavor. negli acc.da bon.

Valori medi dell'indice di lavorabilità (sistema Gottwein-Reichel)

Tipo	Tratt. term.	Dur. HB	In.l.
16Cr NI 4	Normalizzaz.	165-240	65-50
	Ricot. isot.	155-200	75-60
	Ricot. subcr.	165-220	55-45
20Cr Ni 4	Normalizzaz.	180-290	55-40
	Ricot. isot.	165-220	80-62
	Ricot. subcr.	200-250	55-45
	Tem. in olio	370-400	30-25
18Ni CrMo4	Normalizzaz.	160-290	60-45
	Ricot. isot.	160-220	70-58
	Ricot. subcr.	200-240	55-45
	Tem. in olio	395-430	30-25
39Ni CrMo3	Norm. e rinv.	220-240	50-46
	Ric.sub.ocom.	210-240	50-43
	Ricot. isot.	200-230	60-57
	Bon.883-1030*	265-305	45-35
40Ni CrMo7	Norm. e rinv.	230-250	48-44
	Ric.sub.ocom.	220-250	45-42
	Ricot. isot.	230-250	55-52
	Bon.883-1030*	290-355	38-30

Alla dur. più bassa corrisp. i valori di lav. più alti (R=N/mm²).

segue: Acciai tipizzati

Applicazioni industriali degli acciai tipizzati

Industrie motoristiche: aeronautiche, autoveicoli, macchine agricole, motocicli, motoscooters, motori Diesel, dei trattori, delle turbine, ecc.
Macchine utensili: alesatrici, cesoie, dentatrici, fresatrici,presse, stampatrici, torni, trapani, ecc.
Industrie varie: apparecchiature di sollevamento e trasporto, petrolifere, ferroviarie, navali, confezionatrici automatiche, operatrici a fluido, cantieri, cave e miniere, macchine per cucire, tessili, tipografiche, riduttori, variatori, ecc.

Esempi di alcune applicazioni

- Acciaio 16 Cr Ni 4 -
Mozzi per manicotti, pignoni per auto. Satelliti differenziali macchine agricole. Bielle, alberi motore e cambio, ingranaggi e manicotti per motocicli. Ingranaggi, alberi distribuzione bilanceri, supporti e levette per motori Diesel. Ingranaggi e alberi per fresatrici e per trapani. Ingranaggi e mandrini per torni. Ingranaggi per macchine tessili, ecc.

- Acciaio 20 Cr Ni 4 -
Alberi, ingranaggi e boccole per auto. Alberi del cambio per motocicli. Pignoni e alberi per riduttori motori Diesel. Ingranaggi, cambio, mandrini e ingranaggi veloci per torni. Alberi motori grù Gruppi rotanti aspiratori. Innesti, alberi, ingranaggi, scatole comandi telai tessili, ecc.

- Acciaio 18 Ni Cr Mo 5 -
Corone e pignoni differenziale,alberi di forza per macchine agricole. Alberi e ingranaggi per motocicli. Ingranaggi motori Diesel. Ingranaggi e alberi scanalati per dentatrici. Mandrini e ingranaggi per fresatrici. Pistoni distribuzione per presse. Testa motrice, ingranaggi, mandrini, alberi di scorrimento, canotti e contropunte per torni; Ingranaggi per carrelli elevatori. Ingranaggi riduttori per locomotori. Cilindri scanalati per macchine tessili. Ingranaggi scorrevoli e doppi per variatori, ecc.

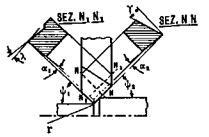
- Acciaio 39 Ni Cr Mo 3 -
Forcelle oscillanti per ammortizzatori di aerei. Bielle, alberi motore, montanti con fuso per auto. Giunti antivibranti, bielle, alberi a gomito e ingranaggi per motori Diesel. Bielle, prigionieri, rulli, alberi manovella, mozzi, semiassi, pignoni, corone, innesti per macchine agricole. Cinematismi della distribuzione per alesatrici. Alberi manovella per presse. Ingranaggi lenti per torni. Semiassi per carrelli elevatori. Rocchetti per argani grù. Alberi a gomito per pompe. Alberi eccentrici per frantoi. Particolari per riduttori e variatori.

- Acciaio 40 Ni Cr Mo 7 -
Perni per carrelli, attacchi alari, mozzi rotori, giranti e turbine per aerei. Prigionieri di biella per auto. Assi finali per trattori. Alberi eccentrici e ingranaggi per cesoie. Giunti per pompe di presse. Alberi manovella per stampatrici. Mandrini per torni. Alberi per riduttori di locomotori. Alberi stabilizzatori per costruzioni navali. Alberi e ingranaggi con dentatura a cuspide per riduttori. Alberi per laminatoi, ecc.
Il panorama di industrie e di applicazioni abbracciato é quanto mai vario e pertanto esso acquista un interesse pratico notevole come dimostrazione della versatilità di impieghi nelle produzioni meccaniche di ciascuno degli acciai tipizzati da cementazione e da bonifica.
Giova ricordare, che questa versatilità di impieghi non comporta assolutamente un aggravio di spese nel loro acquisto, anzi in definitiva essa é un incentivo di progressivo risparmio.
Questa documentazione é necessariamente limitata per evidenti ragioni di spazio.

segue

segue: Acciai tipizzati

- Caratteristiche di lavorazione di sgrossatura e finitura al tornio degli acciai tipizzati dopo ricottura -



		Sgrossatura utensile di acciaio rapido	Sgrossatura utensile di placchet. met. duro	Finitura utensile di acciaio rapido	Finitura utensile di placchet. met. duro	Finitura da bonifica (265-305HB) utensile di acc. rapido	Finitura da bonifica (265-305HB) utensile di plac. met. duro	Dopo ricottura a:
16 Cr Ni 4	Vel. taglio mm/giro	22	70	26	120	-	-	160-190 HB
	Avanz. max mm/giro	0,3	0,5	0,15	0,2	-	-	
	Profond.di pass. mm	2,5-3	2,5-3	0,5	0,5	-	-	
	Geometr. utensile γ	8°	8°	8°	8°	-	-	
20 Cr Ni 4	Vel. taglio mm/giro	22	70	26	120	-	-	180-210 HB
	Avanz. max mm/giro	0,3	0,5	0,15	0,2	-	-	
	Profond.di pass. mm	2,5-3	2,5-3	0,5	0,5	-	-	
	Geometr. utensile γ	8°	8°	8°	8°	-	-	
18 Ni CrMo4	Vel. taglio mm/giro	25	90	28	150	-	-	190-220 HB
	Avanz. max mm/giro	0,3	0,5	0,15	0,2	-	-	
	Profond.di pass. mm	2,5-3	2,5-3	0,5	0,5	-	-	
	Geometr. utensile γ	10°	10°	10°	10°	-	-	
39 Ni CrMo3	Vel. taglio mm/giro	18-20	14-15	60	50	18	100	205-235 HB
	Avanz. max mm/giro	0,3	0,3	0,5	0,5	0,15	0,2	
	Profond.da pass. mm	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3	0,5	0,5	
	Geometr. utensile γ	5°	5°	6°	6°	6°	6°	
40 Ni CrMo7	Vel. taglio mm/giro	22	70	26	120	-	-	220-250 HB
	Avanz. max mm/giro	0,3	0,5	0,15	0,2	-	-	
	Profond.di pass. mm	2,5-3	2,5-3	0,5	0,5	-	-	
	Geometr. utensile γ	5°	8°	8°	8°	-	-	

Geom. utens. (tutti) λ 5°; α_1-α_2 7°; Ψ_1 6°; Ψ_2 30°; r 0,5(sgr.) 0,2 (fin.)

Campo di attendibilità delle caratteristiche meccaniche di diversi materiali

Quando una caratteristica meccanica viene indicata con due valori, questo significa che il valore della caratteristica o é compreso nell'intervallo indicato oppure che uno (superiore o inferiore) rappresenta il "valore limite impegnativo"; l'altro non impegnativo, indica il valore (inferiore o superiore) del campo di attendibilità della caratteristica.

Acciaio - Il valore della caratt. é compreso nell'intervallo tra i due valori. Per i seguenti materiali invece il valore limite impegnativo viene così indicato:

Rame e sue leghe da lav. plast.
Rame (tutti gli stati) il valore inferiore per le caratter. R e Rr

Ottoni binari (stato ricotto) il valore superiore per le caratteristiche R, Re e HB. (gli altri stati) il valore inferiore per le caratteristiche R e Re.

Ottoni al piombo e speciali (stato ricotto) il valore superiore per le caratterist. R, Rr e HB. (tutti gli altri stati) il valore inferiore per le stesse caratter.

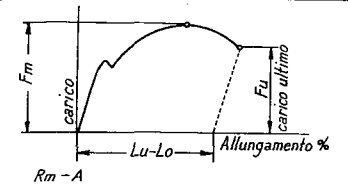
Alluminio e leghe di alluminio da lavorazione plastica (stato ricotto) il valore superiore per le caratter. R, Re e HB. (gli altri stati) il valore inferiore per le caratter. R, Re e HB. (tutti gli stati) il valore inferiore per la caratteristica A.

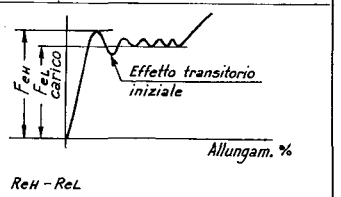
Leghe di rame da fonderia (ottoni e bronzi) e leghe di alluminio per getti e getti colati a pressione (tutti gli stati) il valore inferiore di ogni caratteristica.

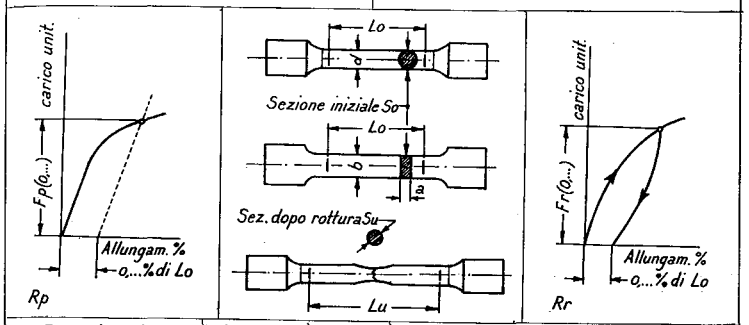
Prove meccaniche dei materiali metallici

Prova di trazione (da UNI-EN 10002/1)

La prova consiste nel sottoporre una provetta a uno sforzo di trazione, generalmente fino a rottura, allo scopo di determinare una o più caratteristiche di seguito indicate.





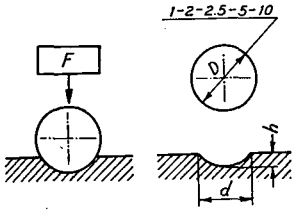


Denominazione	Simbolo	Unità di mis.	Prove a temp. amb. da 10 a 35 °C Se in cond. controllate 23 ± 5 °C
Carico unitario di rottura.	Rm	N/mm²	Carico unitario corrispondente al carico massimo Fm. Rm = Fm:So
Carico unitario di snervamento superiore.	Re_H	N/mm²	Valore del carico unitario nell'istante della prima diminuzione del carico. $Re_H = Fe_H : So$.
Carico unitario di snervamento inferiore.	Re_L	N/mm²	Valore più basso del carico durante la deformazione plastica durante lo snervamento (escluso effetti transitori) $Re_L = Fe_L : So$.
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità.	Rp(0,..)	N/mm²	Carico al quale corrisponde una estensione non proporzionale (% prescritta della lungh. di base) Rp(0,...)(allung. non proporz. prescritto) = Fp(0,...) : So.
Carico unitario limite di allungamento percentuale.	Rr(0,...)	N/mm²	Carico per il quale, dopo soppressione del carico, Lo non supera il valore prescritto (norm. 0,2)
Allungamento percentuale dopo la rottura	A	%	Allungamento permanente dopo rottura (Lu - Lo) esecuzione normale: Lo = 5d : A = 100(Lu-Lo):Lo.
c. s.	A_3	%	Esecuzione diversa (es. Lo = 3d)
Coefficiente percentuale di strizione	Z	%	Rapporto tra la variaz. max dell'area della sez. trasversale (So - Su) che si produce durante la prova e l'area So in percent.

Prove meccaniche dei materiali metallici

Prova di durezza Brinell (da UNI 560)

Consiste nel premere con una forza F (carico di prova) una sfera di diametro D contro il pezzo in prova e nel misurare il diametro d dell'impronta lasciata sulla superficie, dopo la rimozione della forza F. L'impiego di una sfera di acciaio é limitato a materiali con durezza Brinell non maggiore di 450. Si usa: sfera di acciaio per durezze non > di 450. Sfera di metallo duro per durezze fino a 650. Quest'ultima é consigliata in ogni caso. La durezza Brinell é proporzionale al rapporto tra il carico di prova e l'area della superficie dell'impronta, che si suppone sferica e di diametro uguale a quello della sfera.

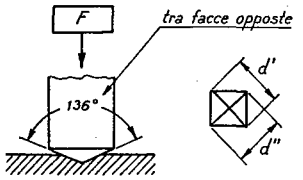


Simboli: HBS (sfera acciaio)
HBW (sfera metallo duro)
sono preceduti dal valore della durezza e completati da:
- Ø della sfera in mm (Ø standard mm 10-5-2,5-2-1).
- Carico di prova (F).
- Mantenimento del carico (standard da 10 a 15 s), se diverso da quella standard.

Esempi:
350 HBS 5/750 = sfera acc. Ø 5 mm carico di prova 7353 N, per 10-15s
600 HBW 1/30/20 = sfera di metallo duro, Ø 1 mm, carico di prova 294,2 N per 20 s.
Con rif. al 1° esempio: Il rapporto (R) sarà stato $F:D^2 = 750:25 = 30$. Il carico di prova invece: $(D^2 : 0,102)R = 25 : 0,102 \cdot 30 = 7353$ N.
2° Esempio:
$R = 30$, carico di prova $= (D^2 : 0,102)R = 1:0,102 \cdot 30 = 294$N

Prova di durezza Vickers (da UNI 1955)

Metodo di prova di durez. Vickers da HV 0,2 a HV 100 (carico di prova da 1,961 a 980,7 N) sui materiali metallici.
Consiste nel premere con una forza F (carico di prova), un penetratore di diamante a forma di piramide retta, a base quadrata, con un determinato angolo fra le facce opposte al vertice, contro la superficie del pezzo in prova e nel misurare le diagonali dell'impronta (media aritmetica delle due letture), lasciata sulla superficie dopo la rimozione di F.
La durezza Vickers é proporzionale al rapporto, tra il carico di prova e l'area della superficie laterale dell'impronta, che si suppone a forma di piramide retta, a base quadrata e avente lo stesso angolo al vertice del penetratore.

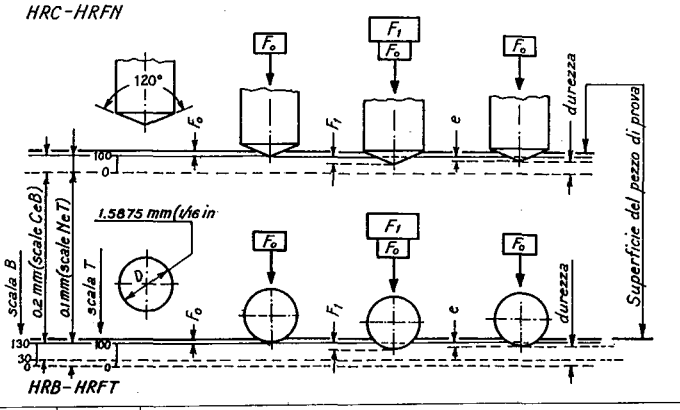


Simbolo: HV preceduto dal valore di durezza e seguito da: carico di prova (in kgf) e tempo di mantenimento del carico, se diverso da quello standard (10-15 s).
Esempi:
350 HV 30 = Durezza Vickers 350, determinata con un carico di prova di 294,2 N, applicato per un tempo di 10 - 15 s.
600 HV 10/20 = Durezza Vickers 600 determinato con un carico di prova di 98,07 N applicato per 20 secondi.
In generale la prova viene eseguita a temperatura ambiente, compresa tra 10°C e 35°C.
In condizioni controllate la temperatura é di 23 ± 5°C.

Prove meccaniche dei materiali metallici

Prove di durezza Rockwell (scale C e B - scale N e T) (da UNI 562/1a e 2a)

La prova consiste nel far penetrare, in due tempi, nel pezzo in prova un penetratore normalizzato (cono o sfera) e nel misurare, nelle condizioni convenzionali l'accrescimento rimanente "e" della profondità dell'impronta. La presente norma si applica ai materiali ferrosi e anche ad altri materiali per i quali non esistono specifiche norme. La durezza Rockwell é la differenza valutata fra un numero fisso 100 (scale C-N-T) e 130 (scala B) e il valore dell'accrescimento rimanente "e" della profondità dell'impronta. Il cono C é da usare, di regola, per materiali con durezza HRC > di 20 (HB > 200). La sfera B per durezze HRB fra 20 e 100 (HB ≤ 200). Il cono N e la sfera T, di regola, per la prova di durezza superficiale nei materiali di limitato spessore. L'unità di misura di "e" per le scale C e B é 0,002 mm; per le scale N e T é 0,001 mm. Indicazione: (scale C e B) Esempio: HRC di 60 significa durezza Rockwell, scala C pari a 60. (scale N e T) esempio: HR30N di 70 significa: durezza Rockwell con carico totale di 30 kgf misurata sulla scala N pari a 70.



Denomin.	Simbolo	Condizioni di esecuzione Prove eseguite a temp. amb. salvo specifica contraria
scala C Durezza Rockwell scala B	HRC	Carico iniziale Fo = 98 N (10 kgf); carico addizionale F_1 (in 5÷10s) fino al carico totale F=1470 N (150kgf)
	HRB	Carico iniziale Fo=98 N (10 kgf); carico addizionale F_1 (in 5÷10s) fino al carico totale F=980 N (100kgf)
scala N Durezza Rockwell scala T	HRFN*	Carico iniziale Fo=29,4 N (3 kgf); carico addizionale F_1 (in 5 ÷ 10 s) fino al carico totale F 147 N (15 kgf) oppure 294 N (30 kgf) oppure 441 N (45 kgf)
	HRFT*	

* F rappresenta il valore del carico totale.

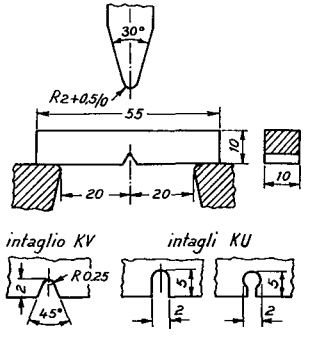
Prove meccaniche dei materiali metallici

Prova di resilienza su provetta Charpy (da UNI-EN 10045/1)

La prova consiste nel rompere con un solo colpo, con una mazza a caduta pendolare, una provetta intagliata nella sua metà e poggiante su sostegni alle condizioni indicate.

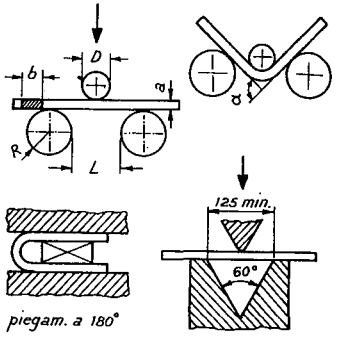
L'energia assorbita viene espressa in J e rappresenta la resistenza agli urti del materiale.

Velocità della mazza al momento dell'urto = 5 a 5,5 m/s.



Prova di piegamento (da UNI 564)

Consiste nel sottoporre ad una deformazione plastica una provetta rettilinea a sezione piena, circolare o poligonale, mediante piegamento senza inversione del senso di flessione durante la prova. La prova può essere eseguita in tre maniere secondo l'angolo prescritto (vedi figure). La interpretazione da dare all'aspetto della parte piegata é fissata dalla specificazione del prodotto.

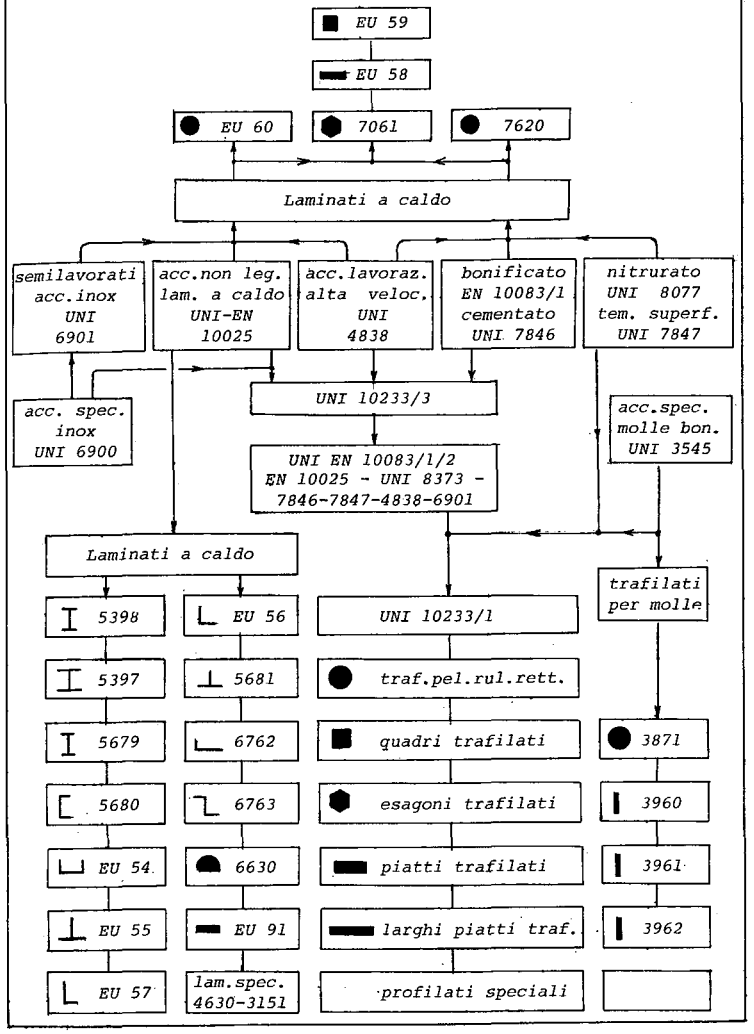


Prova di resilienza Charpy (temp. ambiente)	Simboli	Energia dispon.	Misure prov.	Energia assorb.
Provetta con intaglio a U	KU	300 J	10x10	
Provetta con intaglio a V	KV	300 J	10x10	
Esempio di indicazione	KV = 127 J	300 J	10x10	127 J
Macchine con diverso valore di energia disp.:				
Intaglio a V	KV 150	150 J	10x10	
Intaglio a U	KU 100	100 J	10x10	
Esempio di indicazione	KU 100 = 65 J	100 J	10x10	65 J
Provette ridotte con intaglio a V (sulla faccia più stretta)				
	KV 300/7,5	300 J	10x7,5	
	KV 150/5	150 J	10x5	
Esempio di indicazione	KV 150/7,5=83 J	150 J	10x7,5	83 J

Prova di piegamento	Simboli	Descrizione
Angolo di piegamento	α gradi	Angolo formato sottocarico e misurato nella parte esterna (temper. ambiente).
Diametro del mandrino	D	E'indicato nella specifica di prodotto.
Provetta: spess. o Ø	a	Semilavor. e fucinati 20 mm. Lamiere e profilati (quello del prodotto) ma non maggiore di 25 mm.
larghezza	b	Fra 25 e 50 mm.
Distanza degli appog.	L	Circa D + 3a se non espressam. indicato

Acciai di uso generale e speciali - Loro derivati in prod. siderurg.

Schema per la rapida individuazione dei prodotti normalizzati laminati a caldo, trafilati, pelati rullati, rettificati. Ogni prodotto deriva da uno o più tipi di acciaio. Per esempio il laminato quadro UNI EU 59 può essere ottenuto dagli acciai UNI 6901, 4838, 7846, 8077, 7847, EN 10025, EN 10083/1. Il tondo per molle UNI 3871 solo dall'acciaio speciale UNI 3545.



Prodotti lam. a caldo di acciai non legati per imp. strutturali

Riferimento UNI EN 10025 - Prodotti lunghi e piani laminati a caldo, acciai di base e di qualità non legati. Utilizzati nelle strutture saldate o assiemate mediante bulloni, viti, chiodature a temp. ambiente. Non destinati ad un tratt. termico, ad eccezione dei prodotti con stato di fornitura N. E' ammesso il tratt. di distensione. I prodotti allo stato N possono essere sottoposti a normalizz. e a formatura a caldo. Gli acciai di grado qualitativo 0, 2 e B sono acciai di base a meno che ne sia specificato l'idoneità alla formatura a freddo. Gli acciai di grado C, D_1, D_2, DD_1 e DD_2 sono acciai di qualità. I diversi gradi si differenziano tra loro per la saldabilità e i valori di resilienza specificati.

Gradi di disossidazione

Facoltativo Grado a scelta del produttore

FU Acciaio effervescente

FN Acciaio effervescente non autorizzato.

FF Acciaio completamente calmato. Per l'acciaio 360 B si può specificare il grado all'ordine.

Stato di fornitura

Salvo accordi diversi i prodotti piani 0,2,B,C,D_2,DD_2 e il 360 B calmato a scelta del produttore. D_1 e DD_1 normalizzati. B,C,D_1,D_2,DD_1 e DD_2 possono essere saldati con tutti i procedimenti di saldatura

Esempio di designazione

Acciaio EN 10025 Fe 510 C KQ

Caratteristiche tecnologiche

KQ = idoneità alla bordatura a freddo.

KP = idoneità alla profilatura a freddo su rulli.

KZ = idoneità alla trafilatura a freddo.

Composizione chimica dell'analisi su prodotto

Designazione: nuova secondo EN 10027/1	Designazione: vecchia secondo EU 25-72	Designazione: preced. nazion. UNI 7070	Grado di disossidazione	(1)	C % max per spess. nom mm ≤ 16	C % max per spess. nom mm > 16 ≤ 40	C % max per spess. nom mm > 40	Mn % max	Si % max	P % max	S % max	N % max
S 185*	Fe 310-0*	Fe 320*	a scelta	BS	-	-	-	-	-	-	-	-
S 235 JR*	Fe 360 B*	Fe 360B*	a scelta	BS	0,21	0,25	-	-	-	0,055	0,055	0,011
S 235 JRG1*	Fe 360 B*	Fe 360B*	FU	BS	0,21	0,25	-	-	-	0,055	0,055	0,009
S 235 JRG2	Fe 360 B	Fe 360 B	FN	BS	0,19	0,19	0,23	-	-	0,055	0,055	0,011
S 235 J0	Fe 360 C	Fe 360 C	FN	QS	0,19	0,19	0,19	-	-	0,050	0,050	0,011
S 235 J2G3	Fe 360 D_1	Fe 360 D	FF	QS	0,19	0,19	0,19	-	-	0,045	0,045	-
S 235 J2G4	Fe 360 D_2	Fe 360 D	FF	QS	0,19	0,19	0,19	-	-	0,045	0,045	-
S 275 JR	Fe 430 B	Fe 430 B	FN	BS	0,24	0,24	0,25	-	-	0,055	0,055	0,011
S 275 J0	Fe 430 C	Fe 430 C	FN	QS	0,21	0,21	0,21	-	-	0,050	0,050	0,011
S 275 J2G3	Fe 430 D_1	Fe 430 D	FF	QS	0,21	0,21	0,21	-	-	0,045	0,045	-
S 275 J2G4	Fe 430 D_2	Fe 430 D	FF	QS	0,21	0,21	0,21	-	-	0,045	0,045	-
S 355 JR	Fe 510 B	Fe 510 B	FN	BS	0,27	0,27	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S 355 J0	Fe 510 C	Fe 510 C	FN	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S 355 J2G3	Fe 510 D_1	Fe 510 D	FF	QS	0,23	0,23	0,25	1,70	0,60	0,045	0,045	-
S 355 J2G4	Fe 510 D_2	Fe 510 D	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,455	0,045	-
S 355 K2G3	Fe 510 DD_1	Fe 510DD	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
S 355 K2G4	Fe 510 DD_2	Fe 510DD	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
E 295 °	Fe 490-2	Fe 490	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011
E 335 °	Fe 590-2	Fe 590	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011
E 360 °	Fe 690-2	Fe 690	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011

(1) Sottogruppo (BS = acciaio di base, QS = acc. di qualità). * solo spess. ≤ 25 mm.

segue

Prodotti lam. a caldo di acciai non legati per imp. strutturali

Caratteristiche meccaniche per prodotti piani e prodotti lunghi

Designazione	Carico unitario di snervamento min. Re_H* in N/mm² Spessore nominale in mm ≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤200	>200 ≤250	Car. rott. traz. Rm* in N/mm² spess. nom. mm <3	≥3 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤250
S 185*	185	175	-	-	-	-	-	-	310÷540	290÷510	-	-
S 235 JR*	235	225	-	-	-	-	-	-			-	-
S 235 JRG1*			-	-	-	-	-	-			-	-
S 235 JRG2			215	215	215	195	185	175	360÷510	340÷470		
S 235 J0			215	215	215	195	185	175			340÷470	340÷470
S 235 J2G3			215	215	215	195	185	175				
S 235 J2G4			215	215	215	195	185	175				
S 275 JR	275	265	255	245	235	225	215	205	430÷580	410÷560	400÷540	380÷540
S 275 J0												
S 275 J2G3												
S 275 J2G4												
S 355 JR	355	345	335	325	315	295	285	275	510÷680	490÷630	470÷630	450÷630
S 355 J0												
S 355 J2G3												
S 355 J2G4												
S 355 K2G3												
S 355 K2G4												
E 295 °	295	285	275	265	255	245	235	225	490÷660	470÷610	450÷610	440÷610
E 335 °	335	325	315	305	295	275	265	255	590÷770	570÷710	550÷710	540÷710
E 360 °	330	355	345	335	325	305	295	285	690÷900	670÷830	650÷830	640÷830

Designazione	*	Allungamento minimo % Lo = 80 mm Spessore nominale mm ≤1	>1 ≤1,5	>1,5 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 <3	Lo = 5,65 $\sqrt{So}$ Spessore nominale mm >3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤200
S 185	l	10	11	12	13	14	18	-	-	-	-
	t	8	9	10	11	12	16	-	-	-	-
S 235JR/JRG1/JRG2/J0/J2G3/J2G4.	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21
	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21
S 275JR/J0/J2G3/J2G4	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
	t	12	13	14	15	16	20	19	19	18	17
S 355JR/J0/J2G3/J2G4/K2G3/K2G4.	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17
E 295 °	l	12	13	14	15	16	20	19	18	16	15
	t	10	11	12	13	14	18	17	16	15	14
E 335 °	l	8	9	10	11	12	16	15	14	12	11
	t	6	7	8	9	10	14	13	12	11	10
E 360 °	l	4	5	6	7	8	11	10	9	8	7
	t	3	4	5	6	7	10	9	8	7	6

(*) Si applicano a provette longitudinale (l) per prova a trazione. Per lamiere, nastri, nastri larghi con larghezza ≥ 60 si usano provette trasversali (t).

(°) Non si utilizza per i profilati a U, angolari e profilati.

segue

Prodotti lam. a caldo di acciai non legati per imp. strutturali

Designazione	Tem °C	Carat. mec. (1) J min spes.(2 > 10* ≤ 150	> 150 ≤ 250	Caratteristiche tecnologiche(°) Sigle (3) KQ	KP	KZ	Raggi piegam. interno min. consigliato (4) per gli spessori nominali in mm > 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3	> 3 ≤ 4	> 4 ≤ 5	> 5 ≤ 6	> 6 ≤ 7	> 7 ≤ 8	> 8 ≤ 10	> 10 ≤ 12	> 12 ≤ 14	> 14 ≤ 16	> 16 ≤ 18	> 18 ≤ 20	(5) s ≤ 6 mm	s > 6 ≤ 8
S 235 JR*	20	27	–	x	x	x																
S 235 JRG1*	20	27	–	x	x	x																
S 235 JRG2	20	27	23	x	x	x	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40	1 s	1,5s
S 235 J0	0	27	23	x	x	x	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45		
S 235 J2G3	-20	27	23	x	x	x																
S 235 J2G4	-20	27	23	x	x	x																
S 275 JR	20	27	23	x	x	x																
S 275 J0	0	27	23	x	x	x	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45	1,5s	2s
S 275 J2G3	-20	27	23	x	x	x	2	3	4	6	10	12	16	20	25	32	36	40	45	50		
S 275 J2G4	-20	27	23	x	x	x																
S 355 JR	20	27	23	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S 355 J0	0	27	23	x	x	x																
S 355 J2G3	-20	27	23	x	x	x	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50	2 s	2,5s
S 355 J2G4	-20	27	23	x	x	x	2,5	4	5	8	10	12	16	20	25	32	36	40	50	63		
S 355 K2G3	-20	40	33	x	x	x																
S 355 K2G4	-20	40	33	x	x	x																
E 295 °	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
E 335 °	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
E 360 °	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		

(1) Resilienza KV longitudinale per prodotti piani e lunghi. Per le provette ridotte applicare la figura 1. (*) Per profilati e laminati mercantili di spessore nominale > 100 mm, i valori devono essere oggetto di accordo.
(2 Disponibili solo in spessore nominale ≤ 25 mm. (°) solo sottogruppo QS (acciaio di qualità).
(3) Sigle da indicare nella designazione.
(4) Per la bordatura a freddo dei prodotti piani. La designazione deve essere completata con la sigla KQ. Primo valore di tabella: trasversale alla direzione di laminazione, secondo valore, (sotto al primo): parallelo alla direzione di laminazione.
(5) Profilatura a freddo sui rulli di prodotti piani di acciaio KP. Raggio di piegamento interno minimo per spessori nominali (s) in mm. I valori si applicano ad angoli di piegamento ≤ 90°.

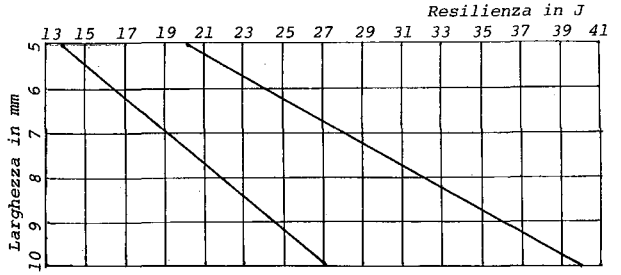


Fig. 1 - Valori di resilienza (J) per provette di resilienza con intaglio a V di larghezza compresa fra 5 e 10 mm.

prodotti lam. a caldo di acc. sald. a grano fino per imp. strutturali

prodotti lunghi e piani. Allo stato normalizzato (N) EN 10113/2. Ottenuto mediante laminazione termomeccanica (M) EN 10113/3. Il tipo M ha caratter. di saldabilità migliorate. Per parti fortem. sollecit. di strutture saldate quali ponti, paratoie, serbatoi di accumulazione, di alimentazione idrica, ecc. Per esercizio a temp. ambiente e a basse temp. Prodotti idonei per i procedimenti di saldatura di impiego corrente. Resilienza (se non diversamente concordato) per N ed M a - 20°C. per NL ed ML a - 50°C. Questa norma non si applica ai prodotti delle Euronorm 30 e 156; EN 20125 e 10155; prEN 10137,10149,10210/1. Norme su dimensioni e tolleranze: EN 10029,10051; prEN 10034; UNI 5398,5679,6685, 5397, 7061, 7356, 6630; EU 54,55,56,57,58,59,60,67, 91. Esempi designazione acciaio: allo stato normalizzato (N) con ReH min 355 N/mm² e valore min di resilienza a - 50 °C:

Acciaio EN 10113/2 S355 NL

Laminato termomeccanico (M) avente ReH min 420 N/mm² e valore min di resilienza a - 20 °C:

Acciaio EN 10113/3 S420 M

Composizione chimica % di colata

Design.	C max	Si max	Mn	P max	S max	Nb max	V max	Al tot min	Ti max	Cr max	Ni max	Mo max	Cu max	N max
S275N	0,18	0,40	0,50÷1,40	0,035	0,030	0,05	0,05	0,02	0,03	0,30	0,30	0,10	0,35	0,015
S275M	0,13	0,50	1,50				0,08		0,05	–		0,20	–	
S275NL	0,16	0,40	0,50÷1,40	0,030	0,025	0,05	0,05	0,02	0,03	0,30	0,30	0,10	0,35	0,015
S275ML	0,13	0,50	1,50				0,08		0,05	–		0,20	–	
S355N	0,20	0,50	0,90÷1,65	0,035	0,030	0,05	0,12	0,02	0,03	0,30	0,50	0,10	0,35	0,015
S355M	0,14		1,60	0,030	0,025		0,10		0,05	–	0,30	0,20	–	
S355NL	0,18	0,50	0,90÷1,65	0,030	0,025	0,05	0,12	0,02	0,03	0,30	0,50	0,10	0,35	0,015
S355ML	0,14		1,60				0,10		0,05	–	0,30	0,20	–	
S420N	0,20	0,60	1,00÷1,70	0,035	0,030	0,05	0,20	0,02	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S420M	0,15	0,50	1,70				0,12		0,05	–	0,30	0,20	–	0,020
S420NL	0,20	0,60	1,00÷1,70	0,030	0,025	0,05	0,20	0,02	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S420ML	0,16	0,50	1,70				0,12		0,05	–	0,30	0,20	–	0,020
S460N	0,20	0,60	1,00÷1,70	0,035	0,030	0,05	0,20	0,02	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S460M	0,16		1,70				0,12		0,05	–	0,45	0,20	–	
S460NL	0,20	0,60	1,00÷1,70	0,030	0,025	0,05	0,20	0,02	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S460ML	0,16		1,70				0,12		0,05	–	0,45	0,20	–	

Caratteristiche meccaniche (1)

Designazione	Resistenza a trazione Rm spess. ≤100	> 100 ≤150	Rm N/mm²	Car. unitario snervamento ReH spessore ≤16	>16 ≤40	>40 ≤63*	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤150	All.% dopo rott. A(2)
S275N	370÷510	350÷480	–	275	265	255	245	235	225	24
S275M	–	–	360÷510				–	–	–	
S275NL	370÷510	350÷480	–	275	265	255	245	235	225	24
S275ML	–	–	360÷510				–	–	–	
S355N	470÷630	450÷600	–	355	345	335	325	315	295	22
S355M	–	–	450÷610				–	–	–	
S355NL	470÷630	450÷600	–	355	345	335	325	315	295	22
S355ML	–	–	450÷610				–	–	–	
S420N	520÷680	500÷660	–	420	400	390	370	360	340	19
S420M	–	–	500÷600				–	–	–	
S420NL	520÷680	500÷660	–	420	400	390	370	360	340	19
S420ML	–	–	500÷600				–	–	–	
S460N	550÷720	–	–	460	440	430	410	400	–	17
S460M	–	–	530÷720				–	–	–	
S460NL	550÷720	–	–	460	440	430	410	400	–	17
S460ML	–	–	530÷720				–	–	–	

(1) acc. N: spess. > 100 (S460) e > 150 (S275,355,420) valori da concordare. acc. M: prod. lunghi > 150, piani spess. > 63 valori da concordare. (2) spess. < 3 con provette con L = 80 valori da concordare.
** acciaio M: per i prodotti lunghi i valori si applicano per spessori ≤ 150 mm.*

Acciai per impieghi struttur. con resist. migl. alla corrosione

Questa norma specifica le prescrizioni per i prodotti lunghi e i prodotti piani laminati a caldo di acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica. (acciai legati spec. EN 10020) nei tipi e qualità riportati e negli stati di fornitura consueti. Questi acciai sono destinati all'impiego in componenti saldati, bullonati e chiodati che debbono avere una resistenza migliorata alla corrosione atmosferica per impiego a temperatura ambiente. Non destinati ad essere trattati termicamente (ad eccezione allo stato N ammesso il trattamento di rilassamento) I prodotti forniti allo stato N possono essere normalizzati e formati a caldo dopo la fornitura. Norme sulle dimensioni e tolleranze UNI-EN 10029-10051-10034-10056- UNI 5389- 5679- 5680-5397. EU 40-54-55-56-57-58-59-60-91. Le dimensioni e le tolleranze devono essere conformi alle corrispondenti norme europee ed EURONORM. Questa norma non si applica ai prodotti UNI-EN 10025-10207-10028/1+3-10080-10113/1+3-10210/1
Es. designaz.: Acciaio EN 10155-S355J0W

Forme di prodotto e stati di fornitura

Designaz.	Prodotti piani spes. mm 12	Prodotti piani spes. mm 100	Prodotti larghi profil. barre spessore o Ø mm 40	Prodotti larghi profil. barre spessore o Ø mm 100	Stati di fornit. prodotti piani	Stati di fornit. prodotti lunghi
S235J0W		x	x	x	opz.	opz.
S235J2W		x	x	x	N	opz.
S235J0WP	x		x		opz.	opz.
S235J2WP	x		x	x	N	opz.
S355J0W		x	x	x	opz.	opz.
S355J2G1W		x	x	x	N	opz.
S355J2G2W		x	x	x	dis.pr.	dis.pr.
S355K2G1W		x	x	x	N	opz.
S355K2G2W		x	x	x	dis.pr.	dis.pr.

Se non altrimenti concordato opzional (opz.) é a discrezione del produttore (dis.pr.).

Composizione chimica sull'analisi di colata

Designazione	Grado dissossidaz.	C % max	Si % max	Mn %	P %	S % max	N % max	*	Cr %	Cu %	Altri
S235J0W	FN	0,13	0,40	0,20	max	0,040	0,009	–	0,40-	0,25-	1)
S235J2W	FF			0,60	0,040	0,035	–	Si	0,80	0,55	
S355J0WP	FN	0,12	0,75	max	0,06-	0,040	0,009		0,30-	0,25-	1)
S355J2WP	FF			1	0,15	0,035	–	Si	1,25	0,55	
S355J0W	FN	0,16	0,50		0,040	0,040	0,009	–	0,40-0,80	0,25-0,55	1)2)
S355J2G1W	FF				0,035	0,035	–	Si			
S355J2G2W	FF				0,035	0,035	–	Si			
S355K2G1W	FF				0,035	0,035	–	Si			
S355K2G2W	FF				0,035	0,035	–	Si			

* Aggiunta di elementi che fissano l'azoto. 1) possono presentare 0,65% max di Ni.
2) Possono contenere al max lo 0,30% di Mo e al max lo 0,15% di Zr.

Caratteristiche meccaniche per i prodotti piani e lunghi

Designaz.	Re N/mm² (1) spessore nomin. mm ≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤88	>80 ≤100	Rm N/mm² (1) spess. mm <3	≤3 ≤100		Allung. min % dopo rottura Lo = 80 mm spess. nom. mm >1,5 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 <3	Lo=5,65 √So sp. nom. mm ≥3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	Resilienza KV longitudinale prodotti piani e lunghi °C	J min
S235J0W	235	225	215	215	215	360-	340-	l	19	20	21	26	25	24	0	27
S235J2W						510	470	t	17	18	19	24	23	22	-20	27
S355J0WP	355	345 2)	–	–	–	510-	490-	l	16	17	18	22	–	–	0	27
S355J2WP						680	630	t	14	15	16	20	–	–	-20	27
S355J0W	355	345	335	325	315	510-	490-	l	16	17	18	22	21	20	0	27
S355J2G1W						680	630								-20	27
S355J2G2W															-20	27
S355K2G1W								t	14	15	16	20	19	18	-20	40
S355K2G2W															-20	40

1) Provette longit.(1) prova trazione. Per lamiere, nastri e larghi piatti largh.=600 prov. trasv. (t). 2) Solo per profilati, prodotti lunghi e in barre.

Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

(Rif. UNI EN 10083/1) presentano, allo stato bonificato, una buona tenacità con una determinata resistenza a trazione. Condizioni tecniche di fornitura per: semilavorati, prodotti in barre, vergella larghi piatti, lamiere e nastri laminati a caldo e a freddo.

Stati di fornitura e trattamenti-

Se non concordato diversamente, i prodotti vengono forniti allo stato non trattato, cioé allo stato formato a caldo. Se concordato, i prodotti sono forniti in uno degli stati di tratt. term. indicati nelle linee da 3 a 7 della tabella I o con uno degli stati superficiali particolari indicati nelle linee da 3 a 8 di tab. II.

Temprabilità e caratter. meccan.

Se non sono ordinati allo stato bonificato, gli acciai non legati da 2C35 a 28Mn6 come pure tutti gli acciai legati, possono essere forniti con o senza prescrizioni di temprabilità (vedi tab. I col. 9 e 10). Se l'acciaio viene ordinato senza prescrizioni di temprabilità (Design. tab.III) si applicano per il rispettivo stato di tratt., le prescrizioni indicate in tab. I, col. 9 relative a comp. chim. durezza e caratteristiche meccaniche.
Se l'acciaio é ordinato con prescrizioni di temprabilità normali (Designazione tab. IV o ristrette (Designazione tabelle V e VI) i valori di temprabilità riportati in tali tabelle si applicano in aggiunta alle prescrizioni della tabella I colonna 9.
Tutti gli acciai, allo stato "ricotto addolcito" sono lavorabili.

Tabella I - Combinazione degli stati di trattamento termico consueti alla fornitura

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Stato di trattamento termico alla fornitura	Lettera distintiva	x significa che va considerato per: Semilavorati	Prodotti in barre	Vergella	Prodotti piani	Fucinati e stampati
2	Non trattato	nessuna ovv. TU	x	x	x	x	x
3	Trattato in vista dell'attitudine al taglio	TS	x	x	–	–	–
4	Ricotto addolcito	TA	x	x	x	x°	x
5	Normalizzato (1)	TN	–	x	–	x°	x
6	Bonificato	TQ+T	–	x	x	x°	x
7	Altri	Ad esempio trattamenti di ricottura destinati all'ottenimento di una determinata struttura, possono essere concordati.					

(°) Non tutte le forme di prod. piani possono essere forniti in questo stato di trattam.
(1) Per gli acciai non legati (acciai al carbonio) la normalizzazione può essere sostituita da una laminazione controllata.

seguito della tabella I -

1	9			10		
	Prescriz. da considerare all'ordinaz. di un acciaio designato secondo:					
	Tabella III			Tabella IV, V o VI		
	9.1	9.2		10.1	10.2	10.3
2	Composiz. chimica secondo tabella III	(1) (2)		Come nelle colonne 9.1 e 9.2		Temprabilità secondo le tabelle IV V e VI.
3		Durezza max secondo:	Tab.VII col.TS			
4			Tab.VII col.TA			
5		Carat. mecc. secondo:	Tabella IX			
6			Tabella VIII			

1) Per forniture agli stati delle linee 2,3 e 4, deve essere possibile, con la sezione finale di riferimento, ottenere, dopo appropriato tratt. term. le caratteristiche indicate nelle tabelle IX e X. 2) Per fornitura di nastri (acciai tab. XI)fino agli spessori max indicati deve inoltre essere verificata la durezza allo stato temprato.

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

Tabella II - Stato superficiale della fornitura

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Stato superficiale alla fornitura		Lettera distintiva	x sign. che in gen. va cons.per				
				Semilavor. *	Prod. barre	Vergella	Prod. piani	Fuc. e stamp.
2	Se non altrimenti concordato	Formato a caldo	nessuna ovvero HW	x	x	x	x	x
3	Stati superf. particolari da fornire su accordo	Semilav. da colata continua non sottoposta a successiva formatura	CC	x	-	-	-	-
4		Form.a caldo e decap.•	PT	x	x	x	x	x
5		Formato a caldo e granigliato•	BC	x	x	x	x	x
6		Formato a caldo e sottoposto a lavorazione preliminare•	(2)	-	x	x	-	x
7		Laminato a freddo•	CW	-	-	-	x	-
8		Altro•						

(2) Per es. sovrammetalli di lavorazione(dettagli da concordare). *blumi,billette,ecc.
(•) In aggiunta si può concordare: oliatura, rivest. di calce oppure fosfatazione.

Tab. III - Composiz. chim. % (analisi di colata)(1)(A richiesta possono essere forniti acciai con lavorabilità migliorata per aggiunta di piombo o a tenori più elevati di zolfo, secondo il processo di produzione fino a circa lo 0,100% di S).

Tipo di acciaio Designazione	C	Mn	Cr	Mo	Ni
2C22-3C22	0,17÷0,24	0,40÷0,70	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C25*-3C25*	0,22÷0,29	0,40÷0,70	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C30*-3C30*	0,27÷0,34	0,50÷0,80	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C35-3C35	0,32÷0,39	0,50÷0,80	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C40*-3C40*	0,37÷0,44	0,50÷0,80	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C45-3C45	0,42÷0,50	0,50÷0,80	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C50*-3C50*	0,47÷0,55	0,60÷0,90	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C55*3C55*	0,52÷0,60	0,60÷0,90	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
2C60-3C60	0,57÷0,65	0,60÷0,90	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
28Mn6	0,25÷0,32	1,30÷1,65	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,40
38Cr2-38CrS2	0,35÷0,42	0,50÷0,80	0,40÷0,60	-	-
46Cr2-46CrS2	0,42÷0,50	0,50÷0,80	0,40÷0,60	-	-
34Cr4-34CrS4	0,30÷0,37	0,60÷0,90	0,90÷1,20	-	-
37Cr4-37CrS4	0,34÷0,41	0,60÷0,90	0,90÷1,20	-	-
41Cr4-41CrS4	0,38÷0,45	0,60÷0,90	0,90÷1,20	-	-
25CrMo4-25CrMoS4	0,22÷0,29	0,60÷0,90	0,90÷1,20	0,15÷0,30	-
34CrMo4-34CrMoS4	0,30÷0,37	0,60÷0,90	0,90÷1,20	0,15÷0,30	-
42CrMo4-42CrMoS4	0,38÷0,45	0,60÷0,90	0,90÷1,20	0,15÷0,30	-
50CrMo4	0,46÷0,54	0,50÷0,80	0,90÷1,20	0,15÷0,30	-
36CrNiMo4	0,32÷0,40	0,50÷0,80	0,90÷1,20	0,15÷0,30	0,90÷1,20
34CrNiMo6	0,30÷0,38	0,50÷0,80	1,30÷1,70	0,15÷0,30	1,30÷1,70
30CrNiMo8	0,26÷0,34	0,30÷0,60	1,80÷2,20	0,30÷0,50	1,80÷2,20
36CrNiMo16	0,32÷0,39	0,30÷0,60	1,60÷2,00	0,25÷0,45	3,60÷4,10
51CrV4	0,47÷0,55	0,70÷1,10	0,90÷1,20	-	-

(1) Altri elementi: Si max 0,40 (tutti). P max 0,035 (tutti). S max 0,035 eccetto i tipi 3C. S = 0,020 a 0,040 ai tipi che hanno S nella sigla. Il tipo 36 CrNiMo 16 ha P = 0,030 e S 0,025. Il tipo 51 CrV 4 ha V = 0,10 a 0,25. I tipi da 2C22 a 28Mn8 hanno Cr+Mo+Ni max = 0,63. * Introdotti per la prima volta in questa norma, essi non sono disponibili a magazzino in tutti i paesi.

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

Tabella IV- Valori limite di durezza HRC per i tipi di acciaio con prescrizioni di temprabilità (normali) (tipi "H")

Designazione		Distanza dell'estremità temperata in mm															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30
2 C 35 H, 3 C 35 H	max	58	57	55	53	49	41	34	31	28	27	26	25	24	23	20	-
	min	48	40	33	24	22	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 C 40 H, 3 C 40 H	max	60	60	59	57	53	47	39	34	31	30	29	28	27	26	25	24
	min	51	46	35	27	25	24	23	22	21	20	-	-	-	-	-	-
2 C 45 H, 3 C 45 H	max	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	29	28	27
	min	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	-	-	-
2 C 50 H, 3 C 50 H	max	63	62	61	60	58	55	50	43	36	35	34	33	32	31	29	28
	min	56	53	44	34	31	30	30	29	28	27	26	25	24	23	20	-
2 C 55 H, 3 C 55 H	max	65	64	63	62	60	57	52	45	37	36	35	34	33	32	30	29
	min	58	55	47	37	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	22	20
2 C 60 H, 3 C 60 H	max	67	66	65	63	62	59	54	47	39	37	36	35	34	33	31	30
	min	60	57	50	39	35	33	32	31	30	29	28	27	26	25	23	21

		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
28 Mn 6 H	max	54	53	51	48	44	41	38	35	31	29	27	26	25	25	24
	min	45	42	37	27	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38 Cr 2 H	max	59	57	54	49	43	39	37	35	32	30	27	25	24	23	22
38 CrS 2 H	min	51	46	37	29	25	22	20	-	-	-	-	-	-	-	-
46 Cr 2 H	max	63	61	59	57	53	47	42	39	36	33	32	31	30	29	29
46 CrS 2 H	min	54	49	40	32	28	25	23	22	20	-	-	-	-	-	-
34 Cr 4 H	max	57	57	56	54	522	49	46	44	39	37	35	34	33	32	31
34 CrS 4 H	min	49	48	45	41	35	32	29	27	23	-	-	-	-	-	-
37 Cr 4 H	max	59	59	58	57	55	52	50	48	42	39	37	36	35	34	33
37 CrS 4 H	min	51	50	48	44	39	36	33	31	26	24	22	20	-	-	-
41 Cr 4 H	max	61	61	60	59	58	56	54	52	46	42	40	38	37	36	35
41 CrS 4 H	min	53	52	50	47	41	37	34	32	29	26	23	21	-	-	-
25 CrMo 4 H	max	52	52	51	50	48	46	43	41	37	35	33	32	31	31	31
25 CrMoS 4 H	min	44	43	40	37	34	32	29	27	23	21	20	-	-	-	-
34 CrMo 4 H	max	57	57	57	56	55	54	53	52	48	45	43	41	40	40	39
34 CrMoS 4 H	min	49	49	48	45	42	39	36	34	30	28	27	26	25	24	24
42 CrMo 4 H	max	61	61	61	60	60	59	59	58	56	53	51	48	47	46	45
42 CrMoS 4 H	min	53	53	52	51	49	43	40	37	34	32	31	30	30	29	29
50 CrMo 4 H	max	65	65	64	64	63	63	63	62	61	60	58	57	55	54	54
	min	58	58	57	55	54	53	51	48	45	41	39	38	37	36	36
36 CRNiMo 4 H	max	59	59	58	58	57	57	57	56	55	54	53	52	51	50	49
	min	51	50	49	49	48	47	46	45	43	41	39	38	36	34	33
34 CrNiMo 6 H	max	58	58	58	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	min	50	50	50	50	49	48	48	48	48	47	47	47	46	45	44
30 CrNiMo 8 H	max	56	56	56	56	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54
	min	48	48	48	48	47	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43
36 NiCrMo 16 H	max	57	56	56	56	56	56	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	min	50	49	48	48	48	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47
51 CrV 4 H	max	65	65	64	64	63	63	63	62	62	62	61	60	60	59	58
	min	57	57	56	55	53	52	50	48	44	41	37	35	34	33	32

Tabella V - Valori limite (provvisori) di durezza HRC per i tipi di acciai non legati con bande di dispersione della temprabilità ristrette (tipi "HH" ed "HL").

Designazione	Dist. estrem. temp.(mm)			Designazione	Dist. estrem. temp.(mm)		
	1	4	5		1	4	5
2C35HH4,3C35HH4	-	34 a 53	-	2C40HH4,3C40HH4	-	38 a 57	-
2C35HH14,3C35HH14	51 a 58	34 a 53	-	2C40HH14,3C40HH14	54 a 60	38 a 57	-
2C35HL4,3C35HL4	-	24 a 43	-	2C40HL4,3C40HL4	-	27 a 46	-
2C35HL14,3C35HL14	48 a 55	24 a 43	-	2C40HL14,3C40HL14	51 a 57	27 a 46	-

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

Tabella V (segue) - Valori limite (provvisori) di durezza HRC per i tipi di acciai non legati con bande di dispersione della temprabilità ristrette (tipi "HH" ed "HL").

Designazione	Dist. estrem. temp.(mm) 1	4	5	Designazione	Dist. estrem. temp.(mm) 1	4	5
2C45HH4,3C45HH4	-	41 a 60	-	2C55HH5,3C55HH5	-	-	42 a 60
2C45HH14,3C45HH14	57a62	41 a 60	-	2C55HH15,3C55HH15	60a65	-	42 a 60
2C45HL4,3C45HL4	-	30 a 49	-	2C55HL5,3C55HL5	-	-	33 a 51
2C45HL14,3C45HL14	55a60	30 a 49	-	2C55HL14,3C55HL15	58a63	-	33 a 51
2C50HH5,3C50HH5	-	-	40 a 58	2C60HH5,3C60HH5	-	-	44 a 62
2C50HH15,3C50HH15	58a63	-	40 a 58	2C60HH15,3C60HH15	62a67	-	44 a 62
2C50HL5,3C50HL5	-	-	31 a 49	2C60HL5,3C60HL5	-	-	35 a 53
2C50HL15,3C50HL15	56a61	-	31 a 49	2C60HL15,3C60HL15	60a65	-	35 a 53

Tabella VI - Valori limite di durezza HRC per acciaio con 1,30 a 1,65 di Mn e per gli acciai con bande di dispersione della temprabilità ristrette (tipi "HH" ed "HL").

Designazione		Distanza dell'estremità temperata in mm 1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
28 Mn 6 HH	max	54	53	51	48	44	41	38	35	31	29	27	26	25	24	24
	min	48	46	42	34	30	27	24	21	-	-	-	-	-	-	-
28 Mn 6 HL	max	51	49	46	41	35	32	29	26	22	20	-	-	-	-	-
	min	45	42	37	27	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38 Cr 2 HH	max	59	57	54	49	43	39	37	35	32	30	27	25	24	23	22
38 CrS 2 HH	min	54	50	43	36	31	28	26	24	21	-	-	-	-	-	-
38 Cr 2 HL	max	56	53	48	42	37	33	31	29	26	24	21	-	-	-	-
38 CrS 2 HL	min	51	46	37	29	25	22	20	-	-	-	-	-	-	-	-
46 Cr 2 HH	max	63	61	59	57	53	47	42	39	36	33	32	31	30	29	29
46 CrS 2 HH	min	57	53	46	40	36	32	29	28	25	22	21	20	-	-	-
46 Cr 2 HL	max	60	57	53	49	45	40	36	33	31	28	27	26	25	24	24
46 CrS 2 HL	min	54	49	40	32	28	25	23	22	20	-	-	-	-	-	-
34 Cr 4 HH	max	57	57	56	54	52	49	46	44	39	37	35	34	33	32	31
34 CrS 4 HH	min	52	51	49	45	41	38	35	33	28	26	25	24	23	22	21
34 Cr 4 HL	max	54	54	52	50	46	43	40	38	34	32	30	29	28	27	26
34 CrS 4 HL	min	49	48	45	41	35	32	29	27	23	21	20	-	-	-	-
37 Cr 4 HH	max	59	59	58	57	55	52	50	48	42	39	37	36	35	34	33
37 CrS 4 HH	min	54	53	51	48	44	41	39	37	31	29	27	25	24	23	22
37 Cr 4 HL	max	56	56	55	53	50	47	44	42	37	34	32	31	30	29	28
37 CrS 4 HL	min	51	50	48	44	39	36	33	31	26	24	22	20	-	-	-
41 Cr 4 HH	max	61	61	60	59	58	56	54	52	46	42	40	38	37	36	35
41 CrS 4 HH	min	56	55	53	51	47	43	41	39	35	31	29	27	26	25	24
41 Cr 4 HL	max	58	58	57	55	52	50	47	45	40	37	34	32	31	30	29
41 CrS 4 HL	min	53	52	50	47	41	37	34	32	29	26	23	21	-	-	-
25 CrMo 4 HH	max	52	52	51	50	48	46	43	41	37	35	33	32	31	31	31
25 CrMoS 4 HH	min	47	46	44	41	39	37	34	32	28	26	24	23	22	22	22
25 CrMo 4 HL	max	49	49	47	46	43	41	38	36	32	30	29	28	27	27	27
25 CrMoS 4 HL	min	44	43	40	37	34	32	29	27	23	21	20	-	-	-	-
34 CrMo 4 HH	max	57	57	57	56	55	54	53	52	48	45	43	41	40	40	39
34 CrMoS 4 HH	min	52	52	51	49	46	44	42	40	36	34	32	31	30	29	29
34 CrMo 4 HL	max	54	54	54	52	51	49	47	46	42	39	38	36	35	35	34
34 CrMoS 4 HL	min	49	49	48	45	42	39	36	34	30	28	27	26	25	24	24
42 CrMo 4 HH	max	61	61	61	60	60	59	59	58	56	53	51	48	47	46	45
42 CrMoS 4 HH	min	56	56	55	54	52	48	46	44	41	39	38	36	36	35	34
42 CrMo 4 HL	max	58	58	58	57	56	54	53	51	49	46	44	42	41	40	40
42 CrMoS 4 HL	min	53	53	52	51	49	43	40	37	34	32	31	30	30	29	29
50 CrMo 4 HH	max	65	65	64	64	63	63	63	62	61	60	58	57	55	54	54
	min	60	60	59	58	57	57	55	53	50	47	45	44	43	42	42

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

segue: Tabella VI - Valori limite di durezza HRC per acciaio con 1,30 a 1,65 di Mn e per gli acciai con bande di dispersione della temprab. ristrette (tipi "HH" ed "HL").

Designazione		Distanza dell'estremità temperata in mm 1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
50 CrMo 4 HL	max	63	63	62	61	60	60	59	57	56	54	52	51	49	48	48
	min	58	58	57	55	54	43	51	48	45	41	39	38	37	36	36
36 CrNiMo4HH	max	59	59	58	58	57	57	57	56	55	54	53	52	51	50	49
	min	54	53	52	52	51	50	50	49	47	45	44	43	41	39	38
36 CrNiMo4HL	max	56	56	55	55	54	54	53	52	51	50	48	47	46	45	44
	min	51	50	49	49	48	47	46	45	43	41	39	38	36	34	33
34 CrNiMo6HH	max	58	58	58	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	min	53	53	53	53	52	51	51	51	51	50	50	50	50	49	48
34 CrNiMo6HL	max	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	54	54	53	53	53
	min	50	50	50	50	49	48	48	48	48	47	47	47	46	45	44
30 CrNiMo8HH	max	56	56	56	56	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54
	min	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	47	47	47	47
30 CrNiMo8HL	max	53	53	53	53	52	52	52	52	52	51	51	51	51	50	50
	min	48	48	48	48	47	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43
36NiCrMo16HH	max	57	56	56	56	56	56	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	min	52	51	51	51	51	51	51	50	50	50	50	50	50	50	50
36NiCrMo16HL	max	55	54	53	53	53	53	53	52	52	52	52	52	52	52	52
	min	50	49	48	48	48	48	48	47	47	47	47	47	47	47	47
51 CrV 4 HH	max	65	65	64	64	63	63	63	62	62	62	63	61	60	60	58
	min	60	59	59	58	56	56	54	53	50	48	45	43	42	42	41
51 CrV 4 HL	max	62	62	61	61	60	59	59	57	56	55	53	52	51	50	49
	min	57	56	56	55	53	52	50	48	44	41	37	35	34	33	32

Tabella VII - Durezze max prodotti allo stato "trattato in vista dell'attitudine al taglio" (TS) o allo stato "ricotto addolcito" (TA).

Tipo di acciaio (1) Designazione	HB max allo stato (2) TS	TA
2 C 22, 3 C 22	(3)	-
2 C 25, 3 C 25	(3)	-
2 C 30, 3 C 30	(3)	-
2 C 35, 3 C 35	(3)	-
2 C 40, 3 C 40	(3)	-
2 C 45, 3 C 45	255(3)	207
2 C 50, 3 C 50	255	217
2 C 55, 3 C 55	255(4)	229
2 C 60, 3 C 60	255(4)	241
28 Mn 6	255	223
38 Cr 2, 38 CrS 2	255	207
46 Cr 2, 46 CrS 2	255	223
34 Cr 4, 34 CrS 4	255	223
37 Cr 4, 37 CrS 4	255	235
41 Cr 4, 41 CrS 4	255(4)	241
25 CrMo 4, 25 CrMoS4	255	212
34 CrMo 4, 34 CrMoS4	255(4)	223
42 CrMo 4, 42 CrMoS4	255(4)	241
50 CrMo 4	(5)	248
36 CrNiMo 4	(5)	248
34 CrNiMo 6	(5)	248
30 CrNiMo 8	(5)	248
36 NiCrMo 16	(5)	269
51 CrV 4	(5)	248

(1) I valori si applicano anche per i diversi tipi con prescrizioni di temprabilità (tipi "H", "HH" ed "HL") di cui alle tabelle da IV a VI, tenere tuttavia presente la nota 4.

(2) I valori non si applicano per le bramme provenienti da colata continua e non sottoposte a successiva deformazione.

(3) I tipi di acciaio 2 C 22 a 3 C 40, nonché i corrispondenti tipi con prescrizioni di temprabilità (vedere tabelle IV e V), possono, in condizioni appropriate, essere sottoposti a taglio allo stato non trattato.
Anche per i tipi di acciai 2 C 45 e 3 C 45, per dimensioni maggiori o uguali a 80 mm, può essere prevista l'attitudine al taglio allo stato non trattato.

(4) In realzione alla comp. chim. e alle dimens. può essere necessaria specie per i tipi "HH" una ricott.di addolc.

(5) Se importante l'attit. al taglio, ordinare questo acciaio allo stato ricotto.

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

Tabella VIII- Caratteristiche meccaniche allo stato bonificato

Tipo di acciaio Designazione	Sezione diametro d oppure spessore s (nei prodotti piani) d≤16 o s≤8					16<d≤40 o 8<s≤20					40<d≤100 o 20<s≤60				
	Re min	Rm	A min	Z min	KV min	Re min	Rm	A min	Z min	KV min	Re min	Rm	A min	Z min	KV min
	N/mm²		%	%	J	N/mm²		%	%	J	N/mm²		%	%	J
2C22,3C22	340	500÷650	20	50	50	290	470÷620	22	50	50	-	-	-	-	-
2C25,3C25	370	550÷700	19	45	45	320	500÷650	21	50	45	-	-	-	-	-
2C30,3C30	400	600÷750	18	40	40	350	550÷700	20	45	40	300	500÷630	21	50	40
2C35,3C35	430	630÷780	17	40	35	380	600÷750	19	45	35	320	550÷700	20	50	35
2C40,3C40	460	650÷800	16	35	30	400	630÷780	18	40	30	350	600÷750	19	45	30
2C45,3C45	490	700÷850	14	35	25	430	650÷800	16	40	25	370	630÷780	17	45	25
2C50,3C50	520	750÷900	13	30	-	460	700÷850	15	35	-	400	650÷800	16	40	-
2C55,3C55	550	800÷950	12	30	-	490	750÷900	14	35	-	420	700÷850	15	40	-
2C60,3C60	580	850÷1000	11	25	-	520	800÷960	13	30	-	450	750÷900	14	35	-
28Mn6	590	800÷950	13	40	35	450	700÷850	15	45	40	440	650÷800	16	50	40
38Cr2,38CrS2	550	800÷950	14	35	35	450	700÷850	15	40	35	350	600÷750	17	45	35
46Cr2,46CrS2	650	900÷1100	12	35	30	550	800÷950	14	40	35	400	650÷800	15	45	35
34Cr4,34CrS4	700	900÷1100	12	35	35	590	800÷950	14	40	40	460	700÷850	15	45	40
37Cr4,37CrS4	750	950÷1150	11	35	30	630	850÷1000	13	40	35	510	750÷900	14	40	35
41Cr4,41CrS4	800	1000÷1200	11	30	30	660	900÷1100	12	35	35	560	800÷950	14	40	35
25CrMo4,25CrMoS4	700	900÷1100	12	50	45	600	800÷950	14	55	50	450	700÷850	15	60	50
34CrMo4,34CrMoS4	800	1000÷1200	11	45	35	650	900÷1100	12	50	40	550	800÷950	14	55	45
42CrMo4,42CrMoS4	900	1100÷1300	10	40	30	750	1000÷1200	11	45	35	650	900÷1100	12	50	35
50CrMo4	900	1100÷1300	9	40	30	780	1000÷1200	10	45	30	700	900÷1100	13	50	30
36CrNiMo4	900	1100÷1300	10	45	35	800	1000÷1200	11	50	40	700	900÷1100	12	55	45
34CrNiMO6	1000	1200÷1400	9	40	35	900	1100÷1300	10	45	45	800	1000÷1200	11	50	45
30CrNiMo8	1050	1250÷1450	9	40	30	1050	1250÷1450	9	40	30	900	1100÷1300	10	45	35
36NiCrMo16	1050	1250÷1450	9	40	30	1050	1250÷1450	9	40	30	900	1100÷1300	10	45	35
51CrV4	900	1100÷1300	9	40	30	800	1000÷1200	10	45	30	700	900÷1100	12	50	30

segue Tab. VIII	100<d≤160 o 60<s≤100					160<d≤250 o 100<s≤160				
25CrMo4,25CrMoS4	400	650÷800	16	60	45	-	-	-	-	-
34CrMo4,34CrMoS4	500	750÷900	15	55	45	450	700÷850	15	60	45
42CrMo4,42CrMoS4	550	800÷950	13	50	35	500	750÷900	14	55	35
50CrMo4	650	850÷1000	13	50	30	550	800÷950	13	50	30
38 CrNiMo4	600	800÷950	13	60	45	550	750÷900	14	60	45
34CrNiMo6	700	900÷1100	12	55	45	600	800÷950	13	55	45
30CrNiMo8	800	1000÷1200	11	50	45	700	900÷1100	12	50	43
36NiCrMo16	800	1000÷1200	11	50	45	800	1000÷1200	11	50	45
51 CrV4	650	850÷1000	13	50	30	600	800÷950	13	50	30

Tabella IX Caratteristiche meccaniche allo stato normalizzato

Designazione	d(s)≤16			16<d(s)≤100			100<d(s)≤250		
	Re N/mm²	Rm	A%	Re N/mm²	Rm	A%	Re N/mm²	Rm	A%
2C22,3C22	240	430	24	210	410	25	-	-	-
2C25,3C25	260	470	22	230	440	23	-	-	-
2C30,3C30	280	510	20	250	480	21	230	460	21
2C35,3C35	300	550	18	270	520	19	245	500	19
2C40,3C40	320	580	16	290	550	17	260	530	17
2C45,3C45	340	620	14	305	580	16	275	560	16
2C50,3C50	355	650	12	320	610	14	290	590	14
2C55,3C55	370	680	11	330	640	12	300	620	12
2C60,3C60	380	710	10	340	670	11	310	650	11
28Mn6	345	630	17	310	600	18	290	590	18

Tab. X - Durezza min del nastro allo stato temprato.

Designazione	Dur. HV min	spess. nastro max
2 C 40	510	2
2 C 45	560	2
2 C 50	600	2
2 C 55	650	2
2 C 60	670	2
34 Cr 4	510	2
37 Cr 4	530	2
41 Cr 4	560	2
25CrMo4	430	2
34CrMo4	510	2
42CrMo4	560	2
50CrMo4	680	3
52CrV 4	680	3

Tempra con raffreddamento in olio.

segue

segue: Acciai speciali da bonifica per costruzioni meccaniche

Tabella XI - Trattamento termico (1)

Tipo di acciaio (2) Designazione	Tempra (3)(4) °C	Mezzo di tempra (5)	Rinvenim. (6) °C	Prova di tempra ad una estremità °C	Normaliz. (4) °C
2C22, 3C22	860 a 900	acqua	550 a 660	-	880 a 920
2C25, 3C25	860 a 900	acqua	550 a 660	-	880 a 920
2C30, 3C30	850 a 890	acqua	550 a 660	-	870 a 910
2C35, 3C35	840 a 880	acqua o olio	550 a 660	870 ± 5	860 a 900
2C40, 3C40	830 a 870	acqua o olio	550 a 660	870 ± 5	850 a 890
2C45, 3C45	820 a 860	acqua o olio	550 a 660	850 ± 5	840 a 880
2C50, 3C50	810 a 850	olio o acqua	550 a 660	850 ± 5	830 a 870
2C55, 3C55	805 a 845	olio o acqua	550 a 660	850 ± 5	825 a 865
2C60, 3C60	800 a 840	olio o acqua	550 a 660	830 ± 5	820 a 860
28 Mn 6	830 a 870	acqua o olio	540 a 680	850 ± 5	850 a 890
38Cr2, 38CrS2	830 a 870	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
46Cr2, 46CrS2	820 a 860	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
34Cr4, 34CrS4	830 a 870	acqua o olio	540 a 680	850 ± 5	-
37Cr4, 37CrS4	825 a 865	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
41Cr4, 41CrS4	820 a 860	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
25CrMo4, 25CrMoS4	840 a 880	acqua o olio	540 a 680	850 ± 5	-
34CrMo4, 34CrMoS4	830 a 870	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
42CrMo4, 42CrMoS4	820 a 860	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
50CrMo4	820 a 860	olio	540 a 680	850 ± 5	-
36CrNiMo4	820 a 850	olio o acqua	540 a 680	850 ± 5	-
34CrNiMo6	830 a 860	olio	540 a 660	850 ± 5	-
30CrNiMo8	830 a 860	olio	540 a 660	850 ± 5	-
36NiCrMo16	865 a 885	aria o olio	550 a 650	850 ± 5	-
51CrV4	820 a 860	olio	540 a 680	850 ± 5	-

(1) Le condizioni sono indicative, le temperature per la prova di tempra, vincolanti .
(2) La presente tabella si applica anche ai diversi tipi con prescrizioni di temprabilità (tipi "H", "HH" ed "HL") di cui alle tabelle da IV a VI.
(3) Temp. fascia inf. di regola, tempra in acqua, fascia sup. tempra in olio.
(4) Durata di austenitizzazione almeno 30 minuti (valore indicativo).
(5) Anche altri mezzi di tempra, per esempio quelli sintetici si possono usare.
(6)Durata del rinvenimento, almeno 60 minuti (valore indicativo).

Esempi di designazione

1) Acciaio EN 10083 - 2C45 - TN
2) Acciaio EN 10083 H - TA
dove: TN = normalizzato,
H = prescriz. di temprabilità normali,
TA = ricotto addolcito

Aggiungere alla designazione per acciai:
Legati o non legati tempr. norm.: H
Non legati tempr. ristrette: HH4, HL14
Legati tempr. ristrette: HH, HL
(Nuove designazioni sono in preparazione)

Norme dimensionali per questi prodotti

UNI 5598 Vergella acc. non legato di uso generale destinata alla trafilatura. Dimensioni e tolleranze.
UNI EU 58 Piatti lam. a caldo uso gener.
UNI EU 59 Quadri lam. a caldo uso gener.
UNI EU 60 Tondi lam. a caldo uso generale
UNI 7061 Esagoni acciaio laminati a caldo
UNI 7356 Tondi in barre di acciaio lam. a caldo per bulloni e ribattini.
UNI EU 140 Nastri a freddo acc. non rivestiti largh. minore di 600 mm. Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10029 Lamiere di acc. lam. a caldo spess. = 3 mm. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10051 Lamiere e nastri lam. a caldo in continuo non rivestiti di acciai non legati e legati. Tolleranze dimens.
UNI EU 48 Nastri di acciai laminati a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EU 91 Larghi piatti laminati a caldo, Tolleranze dimensionali e di forma.

Acciai da bonifica non legati di qualità

(Rif. UNI EN 10083/2) Acciai per costruz. maccan. Sono idonei alla tempra e presentano, allo stato bonificato, una buona tenacità con una determinata resistenza a trazione.
Sono forniti in semilavorati laminati a caldo, vergella, larghi piatti, lamiere e nastri laminati a caldo e a freddo.

Stati di fornitura e di trattamento

Se non altrimenti concordato all' ordinazione, i prodotti vengono forniti allo stato non trattato, e cioé allo stato formato a caldo.
Se concordato all'ordinazione i prodotti devono essere forniti in uno degli stati di trattamento termico indicati nelle linee da 3 a 7 della tabella I o con uno degli stati superficiali particolari indicati nelle linee da 3 a 8 della tab. II.

Tabella I - Combinazione degli stati di trattamento termico consueti alla fornitura

	Stato di trattamento termico alla fornitura	Lettera distintiva	x significa che va considerato per				
			Semilavorati	Prodotti in barre	Vergella	Prodotti piani	Fucinati e stampati
2	Non trattato	nessuna ovv. TU	x	x	x	x	x
3	Trattato in vista dell'attitudine al taglio	TS	x	x	–	–	–
4	Ricotto addolcito	TA	x	x	x	x°	x
5	Normalizzato (1)	TN	–	x	–	x°	x
6	Bonificato	TQ+T	–	x	x	x°	x
7	Altri	Ad esempio trattamenti di ricottura destinati all'ottenimento di una determinata struttura, possono essere concordati.					

(°) Non tutte le forme di prod. piani possono essere forniti in questo stato di tratt.
(1) La normalizzazione può essere sostituita da una laminazione controllata.

Tabella II - Stato superficiale della fornitura

	Stato superficiale alla fornitura		Lettera distintiva	x sign. che in gen. va cons.per				
				Semilavor. *	Prod. barre	Vergella	Prod. piani	Fuc. e stamp.
2	Se non altrimenti concordato	Formato a caldo	nessuna ovvero HW	x	x	x	x	x
3	Stati superf. particolari da fornire su accordo	Semilav. da colata continua non sottoposta a successiva formatura	CC	x	–	–	–	–
4		Form.a caldo e decap.•	PI	x	x	x	x	x
5		Formato a caldo e granigliato •	BC	x	x	x	x	x
6		Formato a caldo e sottoposto a lavorazione preliminare •	(2)	–	x	x	–	x
7		Laminato a freddo •	CW	–	–	–	x	–
8		Altro •						

(2) Per es. sovrammetalli di lavorazione(dettagli da concordare). *blumi,billette,ecc.
(•) In aggiunta si può concordare: oliatura, rivest. di calce oppure fosfatazione.

Designazione unificata di un acciaio

La designazione comprende: la denominaz. "acciaio", il N° di norma, il tipo di acciaio, l'eventuale trattamento termico
Esempio: Acciaio EN 10083 - 1C45 - TN

Trattamento termico

Vedere acciai, con la stessa sigla, nella Tabella XI della norma UNI EN 10083/1.

segue

segue: Acciai da bonifica non legati di qualità

Tabella III - Tipi di acciaio e composizione chimica percentuale (analisi di colata)

Designaz.	C	Si max	Mn	P max	S max	Cr max	Mo max	Ni max	Cr+Mo +Ni
1C22	0,17÷0,24	0,40	0,40÷0,70	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C25*	0,22÷0,29	0,40	0,40÷0,70	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C30*	0,27÷0,34	0,40	0,50÷0,80	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C35	0,32÷0,39	0,40	0,50÷0,80	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C40*	0,37÷0,44	0,40	0,50÷0,80	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C45	0,42÷0,50	0,40	0,50÷0,80	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C50*	0,47÷0,55	0,40	0,60÷0,90	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C55*	0,52÷0,60	0,40	0,60÷0,90	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63
1C60	0,57÷0,65	0,40	0,60÷0,90	0,045	0,045	0,40	0,10	0,40	0,63

A richiesta sono forniti a lavorabilità migliorata con aggiunta di Pb e maggiore tenore di S.
* In parte introdotti per la prima volta in questa norma non sono disponibili a magazzino in tutti i paesi.

Tabella IV - Caratteristiche meccaniche allo stato bonificato

Sezione diametro d oppure spessore s (prodotti piani) pari a

Tipo di acciaio Designazione	*d≤16 oppure s≤8*				*d>16÷40 o s>8÷20*				*d>40÷100 o s>20÷60*			
	Re° min	*Rm*	*A min*	*Z min*	*Re° min*	*Rm*	*A min*	*Z min*	*Re° min*	*Rm*	*A min*	*Z min*
	N/mm²		*%*	*%*	*N/mm²*		*%*	*%*	*N/mm²*		*%*	*%*
1C22	*340*	*500÷600*	*20*	*50*	*290*	*470÷620*	*22*	*50*	–	–	–	–
1C25	*370*	*550÷700*	*19*	*45*	*320*	*500÷650*	*21*	*50*	–	–	–	–
1C30	*400*	*600÷750*	*18*	*40*	*350*	*550÷700*	*20*	*45*	*300*	*500÷650*	*21*	*50*
1C35	*430*	*630÷780*	*17*	*40*	*380*	*600÷750*	*19*	*45*	*320*	*550÷700*	*20*	*50*
1C40	*460*	*650÷800*	*16*	*35*	*400*	*630÷780*	*18*	*40*	*350*	*600÷750*	*19*	*45*
1C45	*490*	*700÷850*	*14*	*35*	*430*	*650÷800*	*16*	*40*	*370*	*630÷780*	*17*	*45*
1C50	*520*	*750÷900*	*13*	*30*	*460*	*700÷850*	*15*	*35*	*400*	*650÷800*	*16*	*40*
1C55	*550*	*800÷950*	*12*	*30*	*490*	*750÷900*	*14*	*35*	*420*	*700÷850*	*15*	*40*
1C60	*580*	*850÷1000*	*11*	*25*	*520*	*800÷950*	*13*	*30*	*450*	*750÷900*	*14*	*35*

Tab. V - Caratt. mecc. allo stato norm.

Tipo di acc. Des.	*d≤16 mm s≤16 mm*			*d>16 ÷ 100 s>16 ÷ 100*			*d>100 ÷ 250 s>100 ÷ 250*		
	Re° min	*Rm min*	*A min*	*Re° min*	*Rm min*	*A min*	*Re° min*	*Rm min*	*A min*
	N/mm²		*%*	*N/mm²*		*%*	*N/mm²*		*%*
1C22	*240*	*430*	*24*	*210*	*410*	*25*	–	–	–
1C25	*260*	*470*	*22*	*230*	*440*	*23*	–	–	–
1C30	*280*	*510*	*20*	*250*	*480*	*21*	*230*	*460*	*21*
1C35	*300*	*550*	*18*	*270*	*520*	*19*	*245*	*500*	*19*
1C40	*320*	*580*	*16*	*290*	*550*	*17*	*260*	*530*	*17*
1C45	*340*	*620*	*14*	*305*	*580*	*16*	*275*	*560*	*16*
1C50	*355*	*650*	*12*	*320*	*610*	*14*	*290*	*590*	*14*
1C55	*370*	*680*	*11*	*330*	*640*	*12*	*300*	*620*	*12*
1C60	*380*	*710*	*10*	*340*	*670*	*11*	*310*	*650*	*11*

Tabella VI

Durezza min. del nastro allo stato temperato.	
HV	*spes.*
–	–
–	–
–	–
–	–
510	2
560	2
600	2
620	2
650	2

Tabella VII

Durez. max dei prodotti forniti allo stato "trattato per attitudine al taglio" (TS) o "ricotto add." (TA).	
HB	
TS	*TA*
(1)	–
255	*207*
255	*217*
*255**	*229*
*255**	*241*

(°) Re = car. un. snerv. o Rp0,2. (*) Può essere necessaria una ricottura di addolcim.
(1) Acc. 1C22÷1C40 possono (in condiz. appropr.) essere tagliati allo stato non tratt. Lo stesso vale per il tipo 1C45 con dimensioni ≥ 80 mm.

Norme dimensionali per questi prodotti

UNI 5598 Vergella di acc. non legato.
UNI EU 58 Piatti di uso generale.
UNI EU 59 Quadri di uso generale.
UNI EU 60 Tondi di uso generale
UNi EU 140 Nastri di acc. largh. < 600 mm
UNI EN 10029 Lamiere spessore ≥ 3 mm.
UNI EN 10051 Lamiere e nastri in continuo
UNI EU 48 Nastri di acciaio.
UNI EU 91 Larghi piatti di acciaio.

Acciaio legato di qualità in prod. lam. a caldo da tratt. term.

Prodotti finiti, laminati a caldo in barre e vergella di acciaio non legato di qualità, da mettere in opera dopo trattamento di bonifica o cementazione (carbocementazione o carbonitrurazione).

Composizione chimica % (analisi di colata)					
Gruppo acciaio	UNI 8373	C	Mn	Si	P e S
da cementaz.	1C10	0,06÷0,14	0,30÷0,60	0,15÷0,35	0,045
	1C15	0,11÷0,19	0,30÷0,60	0,15÷0,35	0,045
da bonifica	1C25	0,21÷0,30	0,40÷0,80	0,15÷0,40	0,045
	1C30	0,26÷0,35	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,045
	1C35	0,31÷0,40	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,045
	1C40	0,36÷0,45	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,045
	1C45	0,41÷0,51	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,045
	1C50	0,46÷0,56	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,045
	1C55	0,51÷0,61	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,045
	1C60	0,56÷0,66	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,045

Dim. e toller. prod. finiti lam. a caldo:
vergella UNI 5598
esagoni UNI 7061
piatti UNI-EU 58
quadri UNI-EU 59
tondi UNI-EU 60
altre forme da concordare all'ordine.

Caratteristiche meccaniche

(stato di tempra del nucleo)					(stato normalizz.)					(st.ricotto)		
UNI 8373	dimens. barrot.	R N/mm²	Rp 0,2	A %	UNI 8373	HB max	R N/mm²	Rp 0,2	A %	HB (1)	HB (2)	HB (3)
1C10	11	540÷980	345	11	1C10	131	-	-	-	-	-	-
	30*	390÷690*	245*	14*	1C15	161	-	-	-	-	-	-
1C15	11	740÷1200	440	9	1C25	-	410÷520	235	27	190	147	123÷174
	30*	540÷800*	295*	13*	1C30	-	460÷610	255	23	200	155	139÷180
(stato bonificato)					1C35	-	490÷640	275	21	210	161	143÷197
1C25	(4) ≤16	540÷720	360	18	1C40	-	570÷720	235	18	220	179	155÷210
	>16÷ 40	490÷670	305	20	1C45	-	590÷740	335	17	235	188	163÷217
	>40÷100	-	-	-	1C50	-	630÷780	355	16	245	200	-
1C30	≤16	620÷800	440	16	1C55	-	660÷830	360	15	250	215	-
	>16÷ 40	570÷760	370	18	1C60	-	690÷880	380	14	260	217	-
	>40÷100	520÷710	325	19								
1C35	≤16	650÷830	470	15								
	>16÷ 40	590÷780	390	17								
	>40÷100	550÷740	355	18								
1C40	≤16	680÷860	490	14								
	>16÷ 40	630÷800	420	16								
	>40÷100	580÷760	370	17								
1C45	≤16	710÷890	510	13								
	>16÷ 40	670÷850	460	14								
	>40÷100	620÷800	410	15								
1C50	≤16	740÷920	540	12								
	>16÷ 40	720÷900	500	13								
	>40÷100	670÷840	440	14								
1C55	≤16	770÷960	560	11								
	>16÷ 40	740÷920	510	12								
	>40÷100	690÷870	430	13								
1C60	≤16	810÷1000	590	10								
	>16÷ 40	760÷950	530	11								
	>40÷100	720÷900	450	12								

Ricottura: (1) di addolcim. (2) di coalescenza. (3) per ottenere una determin. strutt. in un interv. det. di durezza.
* dati a titolo indicativo.

- Tipi di fornitura -
Comp. chim.: 1,1c,1e,3,3c,3e,4,4c,4e, 5,5c,5e,6.
Durezza allo stato norm. o di ricot.di addolc. o coalescenza: 1c,3C,4c,5c.
Dur. allo st. di ric. per ottenere una determ. strutt. in un interv. determ. di durezza: 1e,3e,4e,5e.
Caratt. mecc.dopo tratt. di tempra di nucleo (acc.cem.) barrotto di rif. Ø o lato = 11 mm: 5,5c,5e.
Caratt. mecc. (acc.bonif.) su:
- barrotto bonif. Ø 16 mm: 3,3c,3e.
- sezine determ. bonif.: 4,4c,4e.
- prodotto bonif. dim. di fornitura: 6

Esempio design.: Tondo UNI-EU 60-1C30-4c UNI 8373
Questi prodotti presentano garanzie d'impiego più limitate rispetto ai tipi corrispondenti delle UNI EN 10083/1 e UNI 7846.
(4) Dimensioni del proodtto (se rilevate su prov. ricav. da barr. Ø 16, i valori sono quelli della dimens. 16 dei singoli acciai).

Acciaio da cementazione in prodotti laminati a caldo

Prodotti lamin. a caldo in barre e rotoli di acc. non legato e legato speciale per particolari allo stato di cementazione.

Qualità di acciaio		Composizione chimica percentuale (analisi di colata) C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	
non legati	C 10	0,07÷0,13	0,30-0,60	0,15-0,35	-	-	-	
	C 15	0,12÷0,18			-	-	-	
legati	16MnCr5	0,13÷0,19	1,00÷1,30	0,15÷0,40	0,80÷1,10	-	-	
	20MnCr5	0,17÷0,22	1,10÷1,40		1,00÷1,30	-	-	
	18CrMo4	0,15÷0,21	0,60÷0,90		0,85÷1,15	-	0,15-0,25	P max
	12NiCr3 °	0,09÷0,15	0,30÷0,60		0,40÷0,70	0,50÷0,80	•	0,035
	16CrNi4 °*	0,13÷0,18	0,70÷1,00		0,80÷1,10	0,80÷1,10	•	S max
	20CrNi4 °*	0,18÷0,23	0,80÷1,10		0,90÷1,20	0,90÷1,20	•	0,035
	16NiCrMo2 °	0,13÷0,18	0,60÷0,90		0,35÷0,65	0,40÷0,70	0,15÷0,25	
	20NiCrMo2 °	0,17÷0,23	0,60÷0,90		0,35÷0,65	0,40÷0,70	0,15÷0,25	
	18NiCrMo5 °*	0,15÷0,21	0,60÷0,90		0,70÷1,00	1,20÷1,50	0,15÷0,25	
	18NiCrMo7 °	0,17÷0,22	0,45÷0,65		0,40÷0,70	1,60÷2,00	0,20÷0,30	
	16NiCrMo12	0,13÷0,19	0,40÷0,70		0,80÷1,10	2,70÷3,20	0,30÷0,40	

°A richiesta, aggiunta di Pb(0,15-0,30) e S controll.(0,20-0,35) per lavor. alta vel. •E'tollerato uno 0,10% di Mo. *Acciai tipizzati.

Caratteristiche meccaniche di riferimento su barrotto sottoposto a tempra di nucleo

Qualità acciaio	Ø del barrotto	R N/mm²	Rp 0,2 min	A min %	K C U min J
C 10	11	540÷930	345	12	35
	30°	390÷640	245	15	35
C 15	11	740÷1180	440	9	22,5
	30°	540÷780	295	13	30
16 Mn Cr 5	11	1030÷1370	735	8	25
	30°	740÷1030	490	9	25
	63°	640÷930	440	10	25
20 Mn Cr 5	11	1230÷1570	930	7	17,5
	30°	930÷1230	690	8	20
	63°	780÷1080	540	9	25
18 Cr Mo 4	11	1130÷1420	885	8	25
	30°	780÷1080	540	9	25
	63°	680÷980	490	10	25
12 Ni Cr 3	11	740÷1130	490	10	32,5
	30°	540÷830	345	14	35
16 Cr Ni 4	11	1080÷1470	835	9	30
	30°	830÷1130	590	10	32,5
20 Cr Ni 4	11	1270÷1570	980	7,5	25
	30°	980÷1270	735	9	27,5
	63°	880÷1180	685	9	27,5
16 Ni CrMo2	11	980÷1370	685	9	27,5
	30°	640÷930	390	10	30
20 Ni CrMo2	11	1180÷1570	930	7	27,5
	30°	830÷1130	590	10	30
	63°	690÷980	490	11	30
18 Ni CrMo5	11	1230÷1520	980	8	30
	30°	980÷1270	735	9	32,5
	63°	830÷1130	635	10	35
18 Ni CrMo7	11	1230÷1520	980	8,5	30
	30°	930÷1230	690	10	35
	63°	740÷1030	540	10	37,5
16 Ni CrMo12	11	1230÷1520	980	9	32,5
	30°	1080÷1370	785	10	35
	63°	980÷1270	735	10	42,5

°Valori dati a titolo indicativo.
- Dimensioni e tolleranze: Tondi UNI 7620. Quadri UNI-EU 59. Piatti UNI-EU 58. Esagoni UNI 7061. Pelati rull. o rettif. UNI 10233.
- Stato di fornitura: di regola, allo stato naturale di laminazione a caldo.
- Stati particolari: ricottura di addolcimento con durezza max garantita, ricottura di coalescenza, ricottura per l'ottenimento di una determinata struttura, stato normalizz.(solo acc. non legati).
- Stati superficiali particolari: decapato, decapato meccanicamente (solo barre), stato pelato, pelato rullato, rettif.(barre tonde).
- Esempio designazione. Tondo laminato a caldo Ø 20, acciaio 20MnCr 5, difetti superficiali classe A, ricotto addolcito, fornit. 2c: Tondo 20 UNI 7620-20 MnCr5-classe A ricotto 2c UNI 7846.

segue

segue: Acciaio da cementazione in prodotti laminati a caldo

Durezze Brinell nei vari stati di ricottura e (acciai non legati) allo stato normalizzato

Qualità acciaio	di addolcimento HB max	di coalescenza HB max	ottenim. di struttura HB	normal. HB max	Qualità acciaio	di addolcimento HB max	di coalescenza HB max	ottenim. di struttura HB
C 10	-	128	-	131	20CrNi4	240	225	155÷207
C 15	-	131	-	161	16NiCrMo2	225	179	140÷179
16MnCr5	207	179	140÷207	-	20NiCrMo2	231	179	149÷194
20MnCr5	220	185	150÷207	-	18NiCrMo5	240	207	149÷207
18CrMo4	207	179	140÷207	-	18NiCrMo7	240	207	149÷207
12NiCr3	179	161	131÷200	-	16NiCrMo12	250	225	191÷237
16CrNi4	225	207	145÷207	-	-	-	-	-

Tipi di fornitura

Prescrizioni	1	1c	1e	2	2c	2e	5	5c	5e	7	7c	7e	8	8c	8e	9	9c	9e
Composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Temprabilità Jominy				o	o	o							o	o	o			
Durezza max dopo ricottura di addolcimento, coalescenza, normalizzazione *		o			o			o			o			o			o	
Durezza dopo ricottura struttura in intervallo determinato di durezza.			o			o			o			o			o			o
Caratter. mecc. dopo tempra nucleo barrotto, diametro o lato 11 mm.							o	o	o							o	o	o
Grossezza del grano										o	o	o	o	o	o	o	o	o

*Durezza dopo normaliz. (solo C10 e C15). Profondità dei difetti superficiali in % della dimensione, classe A (fino a 100mm) ≤ 1%; classe B (da 100 a 150mm) ≤ 1,6mm; classe C (fino a 150mm) ≤ 4 ÷ 1,5 %.

- Caratteristiche degli acciai e esempi di applicazione - (Note generali riferite a tutti i prodotti siderurgici di acciaio da cementazione). Acciai da costruzione destinati al trattamento di indurimento superficiale, (cementazione e tempra) per ottenere elevata durezza superficiale e buona tenacità di nucleo. Sono particolarmente adatti per ingranaggi di qualsiasi tipo, alberi, cono, spinotti, boccole, chiocciole, alberi di trasmissione, pistoni per presse idrauliche, ecc.

- Acciaio C10 e C15 - Particolari di piccole dimensioni e forma molto semplice (senza spigoli vivi, fori, intagli e variazioni brusche di sezione), temprabilità bassa.

- Acciai al Mn Cr - I tenori di Mn assicurano una buona durezza e una discreta temprabilità.

- Acciaio al Ni Cr - Bassa temprabilità, elevata tenacità e bassa resistenza del nucleo.

- Acciai al Cr Ni - Largamente impiegati nell'industria motoristica, buona lavorabilità allo stato ricotto, di facile trattamento. Il 16NiCr4, bassa temprabilità e buona resistenza del nucleo fino a 50 mm di spessore. Il 20NiCr4, media temprabilità anche per spessori fino a 80-100 mm. Scelti come acciai tipizzati.

- Acciai al NiCrMo - I primi due, rispettivamente di bassa e media temprabilità sono adatti per particolari di piccole e medie dimensioni, di forma complicata, per tempra in olio e basse deformazioni dopo trattamento. Il 18NiCrMo5 é di elevata temprabilità, largamente impiegato, eccezionale comportamento per le più varie forme e dimensioni (fino a 100 mm) di facile lavorabilità e trattamento E' un acciaio tipizzato. Il 18NiCrMo7 e il 16NiCrMo12, rispettivamente di media ed elevatissima temprabilità. Si comportano come il 18NiCrMo5 per profili inferiori e superiori.

Prodotti finiti piatti lam. a caldo d'acc. da cement. e carbonitr.

Riferim. UNI 8788- Prodotti laminati a caldo in lamiere, nastri, nastri larghi e larghi piatti di acciaio non legato, o leg. di qualità e speciale, destinati a particolari da porre in opera dopo trattamento di cementazione o di carbonitrurazione.

Qualità degli acciai (calmati) : 1C10, 1C15, 2C10, 2C15, 16MnCr5, 18CrMo4, 12NiCr3, 16NiCr4, 20CrNi4, 16NiCrMo2, 20NiCrMo2, 18NiCrMo5, 18NiCrMo7, 20NiCrMo12

*Composisizione chimica % (analisi di colata)**

Gruppo	Acciaio	C	Mn	Si	P-S	Cr	Ni	Mo
di	1C10	,06÷,14	,3÷,6	,15÷,35	,045	-	-	-
qualità	1C15	,11÷,19	,3÷,6	,15÷,35	,045	-	-	-
	2C10	,07÷,13	,3÷,6	,15÷,35	,035	-	-	-
spec.	2C15	,12÷,18	,3÷,6	,15÷,35	,035	-	-	-
NiCrMo	18NiCrMo7	,17÷,22	,45÷,65	,15÷,40	,035	,80÷1,1	1,6÷2	,3÷,4

** Per le altre qualità di acciaio vedi UNI 7846. Per toller., stato di fornitura e stato superficiale vedi EN 10083/1 - Es. designazione lamiera spessore 5, larga 2000, lunga 3000 mm (EN 10029) acciaio 2C10 : Lamiera UNI 8788- 5 x 2000 x 3000 - 2C10.*

Tolleranze per nastri di acciaio laminati a caldo

Rif. UNI-EU 48 - Si applicano ai nastri laminati a caldo con lunghezza di laminazione < 600 mm, senza rivestimento, di:

- acciai non legati a basso tenore di carbonio per deformazione a freddo.

- acciai da costruz. in generale.

- acciai da costruzione saldabili a grano fine.

Le tolleranze sullo spessore (comprensibili della bombatura) e sulla larghezza si applicano soltanto per i tipi di acciaio con Re ≤ 355 N/mm². Gli scostamenti ammissibili aumentano del 10% con Re > 355 e < 460 N/mm² e del 25%, per i tipi di acciaio con minimo Re ≥ 460 N/mm².

Detti aumenti valgono per le tolleranze di spessore, di bombatura e di larghezza dei nastri.

Tolleranze sullo spessore

Spessore nominale	Scost. spess. per largh. ≥10 <100	≥100 <600
≥ 0,8 ≤ 1,5	± 0,12	± 0,14
> 1,5 ≤ 2	± 0,14	± 0,16
> 2 ≤ 4	± 0,15	± 0,17
> 4 ≤ 5	± 0,16	± 0,18
> 5 ≤ 6	± 0,17	± 0,19
> 6 ≤ 10	± 0,18	± 0,20
> 10 ≤ 15	± 0,22	± 0,24

Si può concordare l'intero intervallo solo in più o solo in meno.

Bombatura ammissibile

Lungh. nom. nastro di acciaio	Bombatura ammissibile
< 250	da 0 a 0,06
≥ 250 < 600	da 0 a 0,07

Tolleranze sulla larghezza

a) bordi grezzi di laminazione)

Larghezza nomin.	Scostam. ammiss.
< 40	0/+1,6
≥ 40 < 80	0/+2,0
≥ 80 < 150	0/+2,4
≥ 150 < 250	0/+3,0
≥ 250 < 400	0/+3,6
≥ 400 < 500	0/+4,2
≥ 500 < 600	0/4,5

b) con bordi rifilati

Larghezza	Scostamenti ammissibili per spessori nominali * ≤3	>3≤5	>5≤7	>7≤10
< 80	0/+0,5	0/+0,7	0/+0,8	0/+1,0
≥ 80 < 250	0/+0,5	0/+0,7	0/+0,8	0/+1,2
≥ 250 < 400	0/+0,6	0/+0,8	0/+1,0	0/+1,2
≥ 400 < 600	0/+0,6	0/+0,8	0/+1,0	0/+1,4

(*) spess > 10 secondo accordo

Tolleranze di rettilineità (riferite ad una lungh. di 250 mm)

20 mm per larghezza < 40 mm

10 mm per largh. ≥ 40 e < 600 mm.

Acciaio da nitrurazione in prodotti laminati a caldo

Prodotti finiti laminati a caldo in barre e vergella di acciaio legato speciale da nitrurazione, per pezzi da mettere in opera bonificati con superficie nitrurata per aumentarne la durezza, la resist. all'usura, il limite di fatica, la resistenza all'ossidazione.

Qualità di acciaio	Composizione chimica percentuale C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Al	
31CrMo12	0,29÷0,34	0,15÷0,40	0,40÷0,70	2,80÷3,20	0,30÷0,40	–	–	P max
31CrMoV10	0,29÷0,34	0,15÷0,40	0,40÷0,70	2,30÷2,80	0,30÷0,40	0,10÷0,20	–	0,030
34CrAlMo7	0,31÷0,36	0,20÷0,50	0,50÷0,80	1,50÷1,80	0,25÷0,40	•	0,80÷1,20	S max
41CrAlMo7	0,38÷0,43	0,20÷0,50	0,50÷0,80	1,50÷1,80	0,25÷0,40	•	0,80*1,20	0,035

• A richiesta V=0,10÷0,20%. * A richiesta Al = 0,30÷0,50% e HV ≥ 850.

Qualità di acciaio	Dimensione dei prodotti oltre	fino a	Caratteristiche meccaniche allo stato di: bonifica R N/mm²	Rp 0,2 min N/mm²	A min %	KCU min J	nitrurazione Dur. superf. HV min	ricott. add. HB max
31CrMo12		16	1080÷1275	880	10	24,5	750	248
	16	40	1030÷1225	835	10	29,5		
	40	100	980÷1180	785	11	29,5		
	100	160	930÷1130	735	12	29,5		
	160	250	880÷1080	685	12	29,5		
31CrMoV10		16	1030÷1225	835	12	34,5	700	240
	16	40	930÷1080	785	13	31,5		
	40	100	885÷1030	735	14	32,0		
	100	160	835÷980	710	15	32,0		
34CrAlMo7		70	785÷930	590	14	24,5	900	248
41CrAlMo7		100	930÷1130	735	12	19,5	950	262
	100	160	835÷980	640	14	22,5		

Tipi di fornitura

Prescrizione	Garanzia solo an. 1	1a	Gar. temp. Jominy 2	2a	Garanzia di caratteristiche meccaniche 3	3a	4	4a	5
Composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Durezza stato ricottura di addolcimento		o		o		o		o	
Caratt. mecc. su barrotto bonif. Ø 16					o	o			
Sezione determinante bonificata							o	o	
Prodotto bonif. alle dimens. di fornit.									o
Temprabilità Jominy			o	o					

Temperature °C

Qual. acc.	Fucinat.	Normaliz.	Ric.addolc.	Tempra	in	Rinven.	Nitruraz.
31CrMo12	1100÷900	890÷920	680÷750	870÷910	olio	570÷650	490÷520
31CrMoV10	1100÷900	880÷910	680÷750	870÷910	olio	570÷650	490÷520
34CrAlMo7	1050÷850	910÷950	680÷750	900÷940	olio	570÷650	500÷530
41CrAlMo7	1050÷850	900÷930	680÷750	890÷930	olio	570÷650	500÷530

- Valori da bonifica, indicativi. Durata nitrurazione secondo la profondità voluta. - Dimensioni e tolleranze: Tondi UNI 7620. Quadri UNI-EU 59. Piatti UNI-EU 58. Esagoni UNI 6061. Tondi di precisione UNI 10233. Stati particolari: (di fornitura) bonificati, grezzi di lavorazione. (superficiali) decapati chim. o meccanicam. - Profondità tollerata dei difetti superficiali: vedi acc. da cementazione UNI 7846.

Es. design. tondo Ø 30 UNI 7620, acc. 31CrMo12, ric. addolc. forn. 3a, difetti C: Tondo 30 UNI 7620-31CrMo12-3a-C UNI 8077.

- Applicazioni: Acciai al CrMo, per particolari a elevatissima tenacità e resistenza all'usura; cilindri per motori, alberi a gomito ecc. - Acciai al CrAlMo, per particolari soggetti a fatica, usura ed a urto; alberi di pompe, ruotismi, alberi a gomito, ecc.

Acciai da tempra superficiale in prodotti laminati a caldo

Prodotti laminati a caldo in barre di acciaio non legato e legato speciale per particolari allo stato normalizzato o bonificato con le superfici di lavoro indurite mediante tempra superficiale a induzione o alla fiamma.

Qualità di acciaio		Composizione chimica percentuale C	Mn	Cr	Ni	Mo	Si	
non legato °°	C 36	0,33÷0,39		–	–	–		
	C 43	0,40÷0,46		–	–	–		
	C 46	0,43÷0,49	0,50÷0,80	–	–	–		
	C 48	0,45÷0,52		–	–	–		P max 0,030
	C 53	0,50÷0,57		–	–	–	0,15÷0,40	S max* 0,030
legato	45Cr2	0,42÷0,48	0,50÷0,80	0,40÷0,60	–	–		
	38Cr4	0,34÷0,40	0,60÷0,90	0,90÷1,20	–	–		
	36CrMn4 •	0,33÷0,39	0,80÷1,10	0,90÷1,20	–	–		
	41CrMo4 •	0,38÷0,44	0,50÷0,80	0,90÷1,20	–	0,15÷0,25		
	40NiCrMo3 •	0,37÷0,43	0,50÷0,80	0,60÷1,00	0,70÷1,00	0,15÷0,25		

** A richiesta : S controllato (0,020-0,035) per migliore lavorabilità. °° Eventuali valori max di Cr, Ni, Mo, e Cu. •Pb da 0,15-0,25*

Caratteristiche meccaniche di collaudo su barrotto bonificato

Qualità di acciaio	Ø del barrotto >	fino a	R N/mm²	Rp0,2 min N/mm²	A min %	KCU min J
C 36 °		16	620÷770	420	17	25
	16	40	580÷730	360	19	25
	40	100	540÷690	325	20	25
C 43 °		16	690÷840	470	15	25
	16	40	640÷790	400	16	20
	40	100	570÷720	360	17	20
C 46 °		16	700÷850	480	14	15
	16	40	660÷810	410	15	15
	40	100	620÷770	370	16	15
C 48 °		16	730÷875	510	13	20
	16	40	680÷830	430	14	15
	40	100	630÷770	400	15	15
C 53		16	760÷910	520	12	–
	16	40	710÷850	470	14	–
	40	100	640÷780	420	15	–
42Cr2 °		16	880÷1080	640	12	20
	16	40	780÷930	540	14	25
	40	100	690÷840	440	15	25

Qualità di acciaio	Ø del barrotto	fino a	R N/mm²	Rp0,2 min	A min %	KCU min J
38Cr4 °		16	930÷1130	740	11	20
	16	40	830÷980	630	13	25
	40	100	740÷890	510	14	25
36Cr Mn4 °		16	880÷1080	685	12	25
	16	40	780÷930	590	13	25
	40	100	740÷890	540	14	25
41Cr Mo 4		16	1080÷1280	880	10	25
	16	40	980÷1180	765	11	25
	40	100	880÷1080	640	12	25
	100	160	780÷930	560	13	25
	160	250	740÷890	510	14	25
40Ni CrMo3		16	1030÷1230	830	10	30
	16	40	980÷1180	785	11	30
	40	100	880÷1080	690	12	30
	100	160	830÷980	640	13	30
	160	250	740÷890	540	13	30

° Si possono concordare valori per Ø maggiori di 100 mm.

- Dimensioni e tolleranze - Tondi UNI 7620. Quadri UNI-EU 59. Piatti UNI-EU 58. Esagoni UNI 6061. Tondi di precisione UNI 10233.

- Stato di fornitura: di regola allo stato naturale di laminazione a caldo. Stati particolari: ricottura di addolcimento con durezza max garantita; ricottura di coalescenza; ricottura per l'ottenimento di una determinata struttura; stato normalizzato (solo acciai non legati) stato bonificato - Stati superf. partic.: decapato decapato meccanicam. (solo barre) stato pelato; pelato rullato o rettificato (solo barre tonde). Esempio design. tondo lam. a caldo Ø 30 UNI 7620, acc. C53, difetti superf. classe C, forn. 1C: Tondo 30 UNI 7620 C53 classe C normalizzato 1c UNI 7847.

segue

segue: Acciai da tempra superficiale in prodotti laminati a caldo

Caratter. meccan. allo stato normalizz., Ø del barrotto 16-100 mm

Qualità acciaio	R N/mm²	Re min N/mm²	A min %
C 36	540÷690	270	21
C 43	570÷720	300	18
C 46	590÷740	335	17
C 48	610÷760	335	16
C 53	640÷790	340	16

*Durezza nelle zone superf. sottoposte a tempra superficiale **

Qualità acciaià	HRC min	Qualità acciaio	HRC min
C 36	51	45Cr2	55
C 43	54	38Cr4	52
C 46	55	36CrMn4	52
C 48	56	41CrMo4	55
C 53	57	40NiCrMo3	54

**Ottenibile su materiale normalizzato o bonificato e tempra superficiale dopo distensione(140-180-1 ora). Detti valori possono non essere raggiunti se la superficie é decarburata.*

Valori di durezza Brinell nei vari stati di ricottura

Qualità acciaio	di addolcimento HB max	di coalescenza HB max	ottenim.di struttura HB
C 36	210	165	145÷197
C 43	220	180	155÷205
C 46	235	190	165÷223
C 48	238	200	165÷223
C 53	245	210	-

Qualità acciaio	di addolcimento HB max	di coalescenza HB max	ottenim. struttura HB
45Cr2	225	190	-
38Cr4	235	200	-
36CrMn4	230	195	170÷215
41CrMo4	245	195	185÷240
40NiCrMo3	240	220	190÷245

Tipo di fornitura

Prescrizioni	1	1c	1e	2	2c	2e	3	3c	3e	4	4c	4e	4g	5	5g
Composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Durezza allo stato normalizzato * Ricott. di addolcim. o do coalescenza		o			o			o			o				
Durezza di ricott. struttura in un intervallo determinato di durezza			o			o			o			o	o		
Temprabilità Jominy				o	o	o									
Durezza superficiale													o		o
Caratter. meccaniche su barrotto di riferimento bonificato Ø 16							o	o	o						
Sezione determinante bonificata **										o	o	o	o		
Prodotto bonif. alle dimens. di fornitura														o	o

** Solo acciai non legati. ** Sempre espressa dal Ø di una barra che si comporta similmente al trattamento. - Caratteristiche degli acciai e esempi di applicaz. (Note generali riferite a tutti i prodotti siderurgici di acciaio da tempra superficiale) Acciai da indurimento superficiale per tempra a induzione o alla fiamma. Questo trattamento richiede l'impiego di apparecchiature che permettono di riscaldare rapidamente il pezzo e quindi temprarlo. Il riscaldo interessa di solito uno strato superficiale il cui spessore é tanto maggiore quanto più bassa é la frequenza impiegata; é pertanto possibile anche un riscaldo totale del pezzo. Questa tecnica si é sostituita, in molti casi, al classico trattamento di cementazione. Di conseguenza, questi acciai vengono impiegati per la costruzione di organi meccanici per i quali si richiede una elevata durezza superficiale unitamente ad una elevata tenacità di nucleo: alberi, alberi a camme pignoni, viti senza fine, ruote dentate, spinotti, maglie per trattori, ecc. Per il riscaldo con fiammatura sono raccomandati gli acciai con tenore di C 0,40.*

Acciai per lavoraz. ad alta velocità in prodotti lamin. a caldo

Prodotti finiti laminati a caldo in barre e vergella di acciaio non legato, particolarmente adatti per lavorazioni meccaniche ad alta velocità con asportazione di truciolo.

Acciaio Categoria	Acciaio Qualità	C	Si	Mn	P	S	Pb*
		Composizione chimica percentuale (analisi di colata)					
non destinati a trattam. termico	CF9S22	0,06÷0,13	0,05 max	0,70÷1,20	0,04÷0,10	0,18÷0,25	-
	CF9SMn28	0,06÷0,13		0,90÷1,30	0,04÷0,10	0,24÷0,32	-
	CF9SMn32	0,06÷0,13		0,90÷1,30	0,04÷0,10	0,28÷0,35	-
	CF9SMn36	0,06÷0,13		1,00÷1,50	0,04÷0,10	0,32÷0,40	
	CF17SMnPb10	0,14÷0,20		1,00÷1,30	0,04 max	0,08÷0,13	0,15÷0,30
	CF9SMnPb28	0,06÷0,13		0,90÷1,30	0,04÷0,10	0,24÷0,32	0,15÷0,30
	CF9SMnPb32	0,06÷0,13		0,90÷1,30	0,04÷0,10	0,28÷0,35	0,15÷0,30
	CF9SMnPb36	0,06÷0,13		1,00÷1,50	0,04÷0,10	0,32÷0,40	0,15÷0,30
da bonifica	CF35SMn10	0,32÷0,39	0,30 max	1,35÷1,65	0,04 max	0,08÷0,13	-
	CF35SMnPb10	0,32÷0,39				0,08÷0,13	0,15÷0,30
	CF44SMn28	0,40÷0,48				0,24÷0,32	-
	CF44SMnPb28	0,40÷0,48				0,24÷0,32	0,15÷0,30
da cement. e tempra	CF10S20	0,07÷0,13	0,10÷0,40	0,60÷0,90	0,06 max	0,18÷0,25	-
	CF10SPb20						0,15÷0,30

** Analisi su prodotto.*

- Dimensioni e tolleranze - Riferirsi ad uno dei seguenti prodotti:
Piatti laminati a caldo UNI EU 58
Quadri laminati a caldo UNI EU 59
Tondi laminati a caldo UNI EU 60
Esagoni laminati a caldo UNI 7061
Tondi e vergella laminati a caldo UNI 7620.
Nella designazione deve essere specificato il tipo di fornitura riferito al seguente prospetto:

Prescrizione	1	1b	1c	1d	3	3a	4	4a	5
	Tipo di fornitura								
Composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Caratt. mecc. stato lamin. a caldo		o							
Caratt. mecc. stato normalizzato				o					
Caratt. mecc. su barrotto Ø 16 mm bonificato (1)					o	o			
Caratt. mecc. su barrotto di diametro convenuto all'ordinazione bonificato							o	o	
Durezza HB dopo ricottura di addolcimento ...			o			o		o	

(1) Per la qualità di acciaio da cementazione, su barrotto di riferimento Ø 11 o 30 mm dopo trattamento di tempra (di nucleo) e distensione.

Lavorabilità - Tenendo conto della qualità e dello stato di trattamento, questi acciai, offrono una buona lavorabilità alle macchine utensili con facile spezzettamento del truciolo, specie quelli non destinati a trattamento termico.
- Saldabilità - Si saldano con difficoltà a causa del notevole tenore di zolfo e fosforo. Gli acciai da bonifica non sono saldabili.
Esempio di designazione di un tondo laminato a caldo, avente diametro di 30 mm e lunghezza fissa di 8 m, secondo UNI EU 60 di acciaio CF9SMnPb 36 finito allo stato normalizz. con tipo di fornitura 1d:
Tondo 30x8 UNI EU 60-CF9MnPb36 normalizzato 1d UNI 4838
Per i prodotti trafilati per lav. ad alta velocità vedi UNI 10233/4

segue

segue: Acciai per lavor. ad alta veloc. in prodotti lamin. a caldo

Caratter. maccan. allo stato di: laminazione a caldo (1)									
	Dimensione mm	CF9S 22	CF9S Mn28 CF9S MnPb28	CF9S Mn32 CF9S MnPb32	CF9S Mn36 CF9S MnPb36	CF17S MnPb10	CF35S Mn10 CF35S MnPb10	CF44S Mn28 CF44S MnPb28	CF10S 20(2) CF10S Pb20(2)
R daN/mm²	fino a 10	36÷53	38÷57	38÷57	39÷59	49÷64	62÷78	74÷88	36÷53 36÷53
	> 10 a 16	36÷53	38÷57	38÷57	39÷59	49÷64	59÷75	71÷85	
	> 16 a 40	36÷53	37÷54	37÷54	38÷55	47÷62	57÷73	69÷83	
	> 40 a 63	36÷53	37÷54	37÷54	37÷54	46÷61	55÷72	67÷82	
	> 63 a 100	35÷50	36÷52	36÷52	36÷52	44÷59	–	–	
HB max	fino a 10	159	170	170	174	191	230	268	159 149
	> 10 a 16	159	170	170	174	191	220	259	
	> 16 a 40	149	159	159	163	185	215	253	
	> 40 a 63	149	158	158	159	182	210	250	
	> 63 a 100	146	153	153	156	176	–	–	
allo stato di:							bonifica		tempra (nucleo) e dist.
R daN/mm²	fino a 10	–	–	–	–	–	80÷95	90÷113	54÷88 44÷74
	> 10 a 16	–	–	–	–	–	78÷93	88,5÷111	
	> 16 a 40	–	–	–	–	–	76÷93	86,5÷111	
	> 40 a 63	–	–	–	–	–	75÷88	85÷108,6	
Rp 0,2 min daN/mm²	fino a 10	–	–	–	–	–	60	70	34 27
	> 10 a 16	–	–	–	–	–	58	68	
	> 16 a 40	–	–	–	–	–	56	66	
	> 40 a 63	–	–	–	–	–	54	64	
A min %	fino a 10	–	–	–	–	–	9	8	12 14
	> 10 a 40	–	–	–	–	–	12	9	
	> 40 a 63	–	–	–	–	–	13	10	
KCU min J	> 10 a 40	–	–	–	–	–	17,5	15	20
	> 40 a 63	–	–	–	–	–	15	15	20
allo stato: normalizzato									
R daN/mm²	fino a 63	37÷47	38÷49	38÷49	38÷49	40÷52	65÷76	66÷84	37÷47
	> 63 a 100	36÷46	37÷48	37÷48	37÷48	38÷50	58÷72	63÷78	36÷46
Rp 0,2 min daN/mm²	fino a 16	22	23	23	23	24	38	45	22
	> 16 a 40	21	22	22	22	23	36	44	21
	> 40 a 63	20	21	21	21	22	35	43	20
	> 63 a 100	19	20	20	20	21	35	42	19
A min %	fino a 16		23	23	23	22			25
	> 16 a 63	25	22	22	22	21	16	13	24
	> 63 a 100		21	21	21	20			23
HB max	fino a 63	140	146	146	146	155	230	255	140
	> 63 a 100	137	143	143	143	149			137
allo stato di: ricottura di addolcimento									
HBmax	tutte	–	–	–	–	–	212	225	–

(1) Le caratteristiche meccaniche allo stato di laminazione a caldo non sono vincolanti.
(2) Le caratteristiche meccaniche degli acciai CF10S20 e CF10SPb20, allo stato di laminazione a caldo e di tempra (di nucleo) e distensione sono rilevate su barrotto sottoposto a tempra di nucleo con diametri 11 mm e 30 mm.

Acciaio legato speciale per molle bonificate

Prodotti lamin. a caldo in barre e vergella di acc. legato spec. da molle formate a caldo o a freddo impiegate allo stato bonific. Modulo elastico 206000 N/mm² (traz.) e 80400 N/mm (torsione).

Qualità di acciaio	Composizione chimica percentuale C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	P e S max
48Si7	0,42÷0,52	0,50÷0,80	1,50÷2,00	–	–	–	–	
55Si7	0,52÷0,60	0,60÷0,90	1,50÷2,00	0,15*0,45	–	–	–	
60Si7	0,57÷0,64	0,60÷0,90	1,50÷2,00	–	–	–	–	
60SiCr8	0,57÷0,64	0,70÷1,00	1,70÷2,20	0,25÷0,40	–	–	–	
52SiCrNi5	0,49÷0,56	0,70÷0,90	1,20÷1,50	0,70÷1,00	0,50÷0,70	–	–	0,035
45SiCrMo6	0,42÷0,50	0,50÷0,80	1,30÷1,70	0,50÷0,75	–	0,15÷0,25	–	
55CR3	0,52÷0,59	0,70÷1,00	0,15÷0,40	0,60÷0,90	–	–	–	
50CrV4	0,47÷0,55	0,70÷1,10	0,15÷0,40	0,80÷1,20	–	–	0,10÷0,20	
51CrMoV4	0,48÷0,56	0,70÷1,00	0,15÷0,40	0,90÷1,20	–	0,15÷0,25	0,07÷0,12	

* *Facoltativo.*

Caratteristiche meccaniche (1)						Tratt. termici sulle molle		
Qualità di acciaio	R N/mm²	Rp0,2 min N/mm²	A min %	HB (2)	HB max (3)	Tempra • °C	Mezzo di tempra	Rinvenim. °C •
48Si7	1300÷1550	1110	6	≤277	245	845÷875	acqua	
55Si7	1350÷1600	1160	6	≤293	248	840÷870	olio	
60Si7	1380÷1630	1180	6	≤320	255	830÷860	"	
60SiCr8	1450÷1700	1250	5	≤321	255	830÷860	"	
52SiCrNi5	1400÷1650	1220	5	>310	260	840÷870	"	400÷450
45SiCrMo6	1370÷1620	1180	6	>310	255	850÷860	"	
55Cr3	1380÷1630	1180	6	>310	248	830÷860	"	
50CrV4	1330÷1580	1140	6	>310	241	850÷880	"	
51CrMoV4	1380÷1630	1180	6	>310	255	850÷880	"	

(1) di collaudo, prov. longitud. Ø 10 bonif. (2) Stato natur.di laminaz. a caldo. (3) Stato di ricott. di addolcim. •Valori indic.
- Dimens. e toller. - riferim. a: Tondi per molle UNI 3871. Tondi in barre pelate e rull. UNI 10233 Piatti per molle a balestra o a bovolo UNI 3960, 3961, 3962
- Stato di forn.: (2) escluso prodotti con HB - 300. - Stati part. di fornit. (3) durezza idonea alla cesoiatura a freddo.
- Stati superf. di forn.: rettif. pelato rull., grezzo di laminaz. a caldo (eventualm. decapato chimicamente o meccanicamente.

Sezione del prodotto	tonda		piatta	
Diametro o spessore	fino a 10	oltre 10	fino a 10	oltre 10
Prof. toller. dei difetti	0,1 mm	1% del Ø	0,2 mm	2% dello sp.

Prescrizione	Garanzia di sola anal. 1	1a	1b	Garanzia di temprabil. Jominy 2	2a	2b	Garanzia di caratt. mecc. 3	3a	3b
Composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Temprabilità Jominy				o	o	o			
Caratter. meccan. su provetta bonificata							o	o	o
Durezza dopo ricottura di addolcimento		o			o			o	
Richiesta cesoiatura a freddo			o			o			o

Esempio designazione, tondo laminato a caldo Ø 12 UNI 3871, acciaio 52 Si Cr Ni 5, stato di ricottura di addolcim., fornit. 2a: Tondo 12 UNI 3871-52SiCrNi5ricotto addolcito 2a UNI 3545.

Acciai da utensili in prodotti laminati o fucinati

Le norme UNI 2955/1-5 riportano i seguenti tipi di acciai speciali, per lavorazioni a freddo: non legati (6 tipi), legati (26 tipi) Per lavorazioni a caldo: legati (10 tipi), legati rapidi (14 tipi) La maggior parte di questi acciai é usata per utensili come: punte, alesatori, maschi, creatori, ecc.

Altri per stampi, punzoni, filiere, lame da cesoie, ecc. Quì saranno illustrati solo gli acciai più adatti ad essere usati per scalpelli, utensili da tornio particolari per strumenti di misura e particolari vari richiedenti le caratteristiche di questi acciai speciali.

Qualità di acciaio	Durezza allo stato ricotto HB max	Parametri tratt. term. su provetta rif Temp. tempra °C ±10	Raffreddam. in	Temp. rinven. °C ±10	Dur. stato Temp. e rinv. HRC min
- Non legati speciali per lavorazioni a freddo -					
C 100 KU	212	780	acqua	180	61
C 140 KU	217	770	acqua	180	63
- Legati speciali per lavorazioni a freddo -					
107 W Cr5 KU	229	820	olio	180	61
95 MnWCr 5 KU	229	800	olio	180	60
X 215 CrW 12 1 KU	255	970	olio	180	62
X 38 CrMo 16 1 KU	285	1010	olio	180	46
X 102 CrMo 17 KU	285	1030	olio	180	58
- Legati speciali per lavorazioni a caldo -					
30 CrMoCoV123012KU	229	1050	olio o aria	620	48
X 40 CrMoV5 1 1 KU	229	1020	olio o aria	580	48
X 30 WCrV 9 3 KU	241	1150	olio o aria	600	48
- Legati speciali rapidi -					
HS 2-9-2 *	255	1200		550	64
HSC 6-5-3 *	269	1200		550	65
HS 6-5-3 *	269	1210		550	65
HS 18-0-1-10 *	293	1270	bagno	550	64
HS 18-1-1-5 *	277	1260	di sale	550	64
HS 6-5-2-5 *	269	1200	a 550°C	550	64
HS 12-1-5-5 *	293	1230		550	65
HS 10-4-3-10 *	293	1210		550	66
HS 2-9-1-8 *	293	1190		540	66

** Sequenza: W - Mo - V - Co.*
- Dimensioni e tolleranze, salvo diversa richiesta, devono corrispondere alle norme dei seguenti prodotti, quali ad esempio: UNI 3134, 3135, 3136, tondi, quadri e piatti fucinati o laminati a caldo per utensili da taglio a punta singola e per gli steli relativi. UNI 7486 per i tondi, quadri, esagoni, ottagoni, piatti fucinati a caldo per utensili. UNI 7620 per i tondi laminati a caldo Di regola, i prodotti di questa norma sono forniti allo stato ricotto.

Caratteristica	Tipo di fornitura 1	2	3
- Composizione chimica	o	o	o
- Durezza HB max allo stato ricotto		o	o
- Durezza HRC min su provette di riferimento temprate e rinvenute			o

Esempio designazione di un piatto 50x32 UNI 3136 di acciaio non legato speciale C140 KU, tipo di fornitura 3 UNI 2955: Piatto 50x32 UNI 3136-C 140 KU-tipo 3 UNI 2955

Completare la design. con le prestazioni tecniche concordate all'ord.

segue

segue: Acciai da utensili in prodotti laminati o fucinati

Proprietà e impieghi (indicativi)

Acciai non legati speciali per lavorazioni a freddo

- C 100 KU. Acciaio duro per scalpelli piatti, a punta e a croce.
- C 140 KU. Acciaio durissimo per utensili da tornio.

Acciai legati speciali per lavorazioni a freddo

- 107 W Cr 5 Cu. Acciaio per strumenti di misura.
- 95 Mn W Cr 5 KU. Acciaio indeformabile con buona temprabilità per strumenti di misura.
- X 215 Cr W 12 1 KU. Acciaio per utensili ad ottima tenuta di taglio, resistenza all'usura e costanza dimensionale.
- X 38 Cr Mo 16 1 KU. Acciaio speciale resistente alla corrosione, adatto specialmente per lavorazioni di materie plastiche PVC.

Acciai legati speciali per lavorazioni a caldo

- 30 Cr Mo Co V 12 30 12 KU. Acciaio al Cr Mo V al quale, l'aggiunta di Co, conferisce una maggiore resistenza al rinvenimento unita a ottima resistenza all'alternanza termica. Raffreddabile con acqua in esercizio.
- X 40 Cr Mo V 5 1 1 KU. Acciaio con eccellenti caratteristiche di resistenza all'abrasione a caldo e alle oscillazioni termiche. Presenta elevata resistenza alla formazioni di incrinature dopo ripetuti riscaldi e suffiicente resistenza a compressione ed alte temperatura di esercizio.
- X 30 W Cr V 9 3 KU. Acciaio per elevate temperature di esercizio.

Acciai legati speciali rapidi

- HS 2-9-2. Acciaio che per l'elevato tenore in C e V presenta una ottima resistenza all'abrasione. Le superiori doti di durezza al rosso, tenacità del tagliente e resistenza all'usura lo rendono adatto per utensili di altissima qualità. Particolarmente idoneo per la fabbricazione di utensili per la lavorazione di pezzi di acciaio trattato (HB 300 a 350).
- HSC 6-5-3. Acciaio ad elevato rendimento, adatto per lavorare acciai e ghise di media resistenza, leghe di bronzo, ottone, allum. E' caratterizzato da buona rettificabilità, buona tenacità pur presentando buona resistenza alla usura.
*- **HS 6-5-3.** acciaio ad elevato rendimento, adatto per lavorare acciai e ghise di media resistenza, leghe di ottone, bronzo, alluminio, materie plastiche. E' caratterizzato da buona resistenza all'usura.*
*- **HS 18-0-1-10.** Acciaio ad elevatissimo rendimento: permette elevate velocità di taglio ed é adatto per utensili non soggetti ad urti (barre e barrette, utensili sagomati circolari per macchine automatiche, frese). Specialmente indicato per il taglio di materiali molto duri.*
*- **HS 18-1-1-5.** Caratteristiche e Impieghi come per il tipo HS 18 - 0-1-10.*
*- **HS 6-5-2-5.** Acciaio con ottime caratteristiche di durata del tagliente, durezza al rosso e tenacità, é particolarmente indicato per utensili destinati ad operazioni gravose di sgrossatura su acciai e su ghise. Adatto inoltre per utensili sagomati, ecc.*
*- **HS 12-1-5-5.** Elevatissime caratteristiche di resistenza all'abrasioni (carburi di V) difficile da rettificare, utensili monotaglienti o a lama riportata.*
*- **HS 10-4-3-10.** Lunga durata del tagliente, durezza al rosso e tenacità, utensili da taglio per metalli duri.*
*- **HS 2-9-1-8.** Al cobalto, massimi valori di durezza (HRC 68 a 70). Elevara resistenza all'usura per la durezza della matrice. Più facilmente lavorabile alla mola. E' consigliato per utensili destinati a lavorazioni di grandi serie.*
*- **HS 7-4-2-5.** Elevatissimo rendimento, grande resistenza all'usura. Utensili per lavorazioni che richiedono alte prestazioni. Difficile da rettificare.*

Acciai non legati e legati per recipienti a pressione

Riferim. UNI EN 10028/2. Prescrizioni riguardanti i prodotti piani per recipienti a pressione di acciai legati e non, idonei alla saldatura, con caratterist. specificate a temperatura elevata.

Composizione chimica percentuale (analisi di colata) (1)

Tipo acciaio	*	C	Si max	Mn	Al tot.	Cr	Mo	Nb max	Ni max	Ti max	V max	(2)
P235GH	UQ	max. 0,16	0,35	0,40÷1,20	0,02	max. 0,30	max. 0,08	0,01	0,3	0,03	0,02	0,7
P265GH	UQ	max. 0,20	0,40	0,50÷1,40	0,02	max. 0,30	max. 0,08	0,01	0,3	0,03	0,02	0,7
P295GH	UQ	0,08÷0,20	0,40	0,90÷1,50	0,02	max. 0,30	max. 0,08	0,01	0,3	0,03	0,02	0,7
P355GH	UQ	0,10÷0,22	0,60	1,00÷1,70	0,02	max. 0,30	max. 0,08	0,01	0,3	0,03	0,02	0,7
16Mo3	LE	0,12÷0,20	0,35	0,40÷0,90	(3)	max. 0,30	0,25÷0,35	-	0,3	-	-	-
13CrMo4-5	LE	0,08÷0,18	0,35	0,40÷1,00	(3)	0,70÷1,15	0,40÷0,60	-	-	-	-	-
10CrMo9-10	LE	0,08÷0,14	0,50	0,40÷0,80	(3)	2,00÷2,50	0,90÷1,10	-	-	-	-	-
11CrMo9-10	LE	0,08÷0,15	0,50	0,40÷0,80	(3)	2,00÷2,50	0,90÷1,10	-	-	-	-	-

(1) P max= 0,030. S max= 0,025. Cu max= 0,30. * Classificazione: UQ = acc. non leg. di qual. LE = acc. leg. spec. (2) Cr+Cu+Mo+Ni max. (3) Determ. e indic. nel doc. di contr.

Caratteristiche meccaniche (su provette trasversali)

Tipo acc.	(2)	Spessore ≥di	Spessore fino	ReH N/mm²	Rm N/mm²	A %	KV (1) °C	KV (1) J
P235 GH	N (3)		16	235	360÷480	25	0	27
		16	40	225				
		40	60	215		24		
		60	100	200				
		100	150°	185	350÷480			
P265 GH	N (3)		16	265	410÷530	23	0	27
		16	40	255				
		40	60	245		22		
		60	100	215				
		100	150°	200	400÷530			
P295 GH	N (3)		16	295	460÷580	22	0	27
		16	40	290				
		40	60	285		21		
		60	100	260				
		100	150°	235	440÷570			
P355 GH	N (3)		16	355	510÷650	21	0	27
		16	40	345				
		40	60	335				

Tipo acc.	(2)	Spessore ≥di	Spessore fino	ReH N/mm²	Rm N/mm²	A %	KV (1) °C	KV (1) J
P355 GH	N (3)	60	100	315	490÷630	20	0	27
		100	150°	295	480÷630			
16 Mo3	N		16	275	440÷590		+20	31
		16	40	270		24		
		40	60	260		23		
		60	100	240	430÷580	22		27
		100	150°	220	420÷570	19		
13CrMo 4-5	N+T		16	300	450÷600	20	+20	31
		16	60	295				
	(4)	60	100	275	440÷590	19		27
	QL	100	150°	255	430÷580			
10CrMo 9-10	N+T		16	310	480÷630	18	+20	31
		16	40	300				
			40	60	290			
	(4)	60	100	270	470÷620	17		27
	QL	100	150°	250	460÷610			
11CrMo 9-10	(4)		60	310	520÷670	18	+20	31
	QL	60	100			17		27

(1) °C = temp. di prova. J = valore medio di 3 prove. (2) Stato di fornit. consueto: N = normalizz. QA = bonif. in aria, QL= bonif. in mezzo liquido, T = rinvenuto. (3) Per i tipi GH la normalizz. può essere sostit. da laminazione di normalizzazione. ° Spess. - di 150, valori da concordare. (4) N+T ovvero QA ovvero QL.

Carico di scostamento dalla proporzionalità allo 0,2% a temp. elevata

Tipo di acciaio	Spessore di prodotto mm ≥ di	fino a	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
			N/mm²									
P235GH		60	206	190	180	170	150	130	120	110	-	-
	60	100	191	175	165	160	140	125	115	105	-	-
	100	150	176	160	155	150	130	115	110	100	-	-
P265GH		60	234	215	205	195	175	155	140	130	-	-
	60	100	207	195	185	175	160	145	135	125	-	-
	100	150	192	180	175	165	155	135	130	120	-	-
P295GH		60	272	250	235	225	205	185	170	155	-	-
	60	100	249	230	220	210	195	180	165	145	-	-
	100	150	226	210	200	195	185	170	155	135	-	-

segue

Acciai non legati e legati per recipienti a pressione

segue: Carico di scostam. dalla proporzion. allo 0,2% a temp. elevata

Tipo di acciaio	Spessore di prodotto mm ≥ di	fino a	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
			N/mm²									
P355GH		60	318	290	270	255	235	215	200	180	-	-
	60	100	298	270	255	240	220	200	190	165	-	-
	100	150	278	250	240	230	210	195	175	155	-	-
16Mo3		60	-	-	-	215	200	170	160	150	145	140
	60	100	-	-	-	200	185	165	155	145	140	135
	100	150	-	-	-	190	175	155	145	140	135	130
13CrMo4-5		60	-	-	-	230	220	205	190	180	170	165
	60	100	-	-	-	220	210	195	185	175	165	160
	100	150	-	-	-	210	200	185	175	170	160	155
10CrMo9-10		60	-	-	-	245	230	220	210	200	190	180
	60	100	-	-	-	225	220	210	195	185	175	165
	100	150	-	-	-	215	205	195	185	175	165	155
11CrMo9-10		100	-	-	-	-	255	235	225	215	205	195

Dati indicativi provvisori sui valori di resist. allo scorrim.a caldo (valori dati solo per informazione)

Tipo di acc.	Tem. °C	Car. (1) 10^3 h	Car. (1) 100^3 h	Carico un. (2) 10^3 h	Carico un. (2) 100^3 h	Carico un. (2) 200^3 h
P235 GH	380	164	118	229	165	145
	390	150	106	211	148	129
	400	136	95	191	132	115
	410	124	84	174	118	101
	420	113	73	158	103	89
	430	101	65	142	91	78
	440	91	57	127	79	67
	450	80	49	113	69	57
	460	72	42	100	59	48
	470	62	35	86	50	40
	480	53	30	75	42	33
P295 GH P355 GH	380	195	153	291	227	206
	390	182	137	266	203	181
	400	167	118	243	179	157
	410	150	105	221	157	135
	420	135	92	200	136	115
	430	120	80	180	117	97
	440	107	69	161	100	82
	450	93	59	143	85	70
	460	83	51	126	73	60
	470	71	44	110	63	52
	480	63	38	96	55	44
	490	55	33	84	47	37
	500	49	29	74	41	30
16 Mo3	450	216	167	298	239	217
	460	199	146	273	208	188
	470	182	126	247	178	159
	480	166	107	222	148	130
	490	149	89	196	123	105
	500	132	73	171	101	84
	510	115	59	147	81	69
	520	99	46	125	66	55
	530	84	36	102	53	45
13CrMo 4-5	450	245	191	370	285	260
	460	228	172	348	251	226

Tipo di	Tem. °C	Car. (1) 10^3 h	Car. (1) 100^3 h	Carico un. (2) 10^3 h	Carico un. (2) 100^3 h	Carico un. (2) 200^3 h
13CrMo 4-5	470	210	152	328	220	195
	480	193	133	304	190	167
	490	173	116	273	163	139
	500	157	98	239	137	115
	510	139	83	209	116	96
	520	122	70	179	94	76
	530	106	57	154	78	62
	540	90	46	129	61	50
	550	76	36	109	49	39
	560	64	30	91	40	32
	570	53	24	76	33	26
10CrMo 9-10	450	240	166	306	221	201
	460	219	155	286	205	186
	470	200	145	264	188	169
	480	180	130	241	170	152
	490	163	116	219	152	136
	500	147	103	196	135	120
	510	132	90	176	118	105
	520	119	78	156	103	91
	530	107	68	138	90	79
	540	94	58	122	78	68
	550	83	49	108	68	58
	560	73	41	96	58	50
	570	65	35	85	51	43
	580	57	30	75	44	37
	590	50	26	68	38	32
	600	44	22	61	34	28
11CrMo 9-10	450				221	
	460				205	
	470				188	
	480				170	
	490				152	
	500				135	
	510				118	
	520				103	

(1) Car. lim. di allung. per scorr. 1% (N/mm²). (2) Car. rott. per scorr. 1% (N/mm²)

Acciai a grano fine normalizz. per recipienti a pressione

Rif. UNI EN 10028/3. Prescrizioni riguardanti i prodotti piani per recipienti a pressione di acciai a grano fine (6 o più fine) idonei alla saldatura. Categorie: P...N di base; P...NH impieghi ad elevate temp.; P..NL1 a basse temperat.; P..NL2 spec. basse temp.

Composizione chimica % (analisi di colata)

Tipo di acciaio	(1)	C max	Si max	Mn	P max	S max	Al tot.	Cr max	Cu max	Mo max	N max	Nb max	Ni max	Ti max	V max	(2) max
P275N	UQ	0,18	0,40	0,5÷1,4	0,030	0,025	0,02	0,3	0,3	0,08	0,020	0,05	0,5	0,03	0,05	0,05
P275NH	UQ															
P275NL1	UQ	0,16		0,5÷1,5	0,030	0,020										
P275NL2	UE				0,025	0,015										
P355N	UQ	0,20	0,50	0,9÷1,7	0,030	0,025	0,02	0,3	0,3	0,08	0,020	0,05	0,5	0,03	0,10	0,12
P355NH	UQ															
P355NL1	UQ	0,18			0,030	0,020										
P355NL2	UE				0,025	0,015										
P460N	LE	0,20	0,60	1,0÷1,7	0,030	0,025	0,02	0,3	0,7	0,10	0,025	0,05	0,8	0,03	0,20	0,22
P460NH	LE															
P460NL1	LE				0,030	0,020										
P460NL2	LE				0,025	0,015										

(1) UQ=acc. non leg. di qual.; UE=acc. non leg. spec.; LE=acc. leg. spec. (2) Nb+Ti+V.

Caratteristiche meccaniche (a 20°C) relative alla prova di trazione

Tipo di acciaio	Stato di fornitura	ReH per spessori ≤16	>16 ≤35	>35 ≤50	>50 ≤70	>70 ≤100	>100 ≤150	>150	Rm per spessori ≤70	>70 ≤100	>100 ≤150	>150	A (3) ≤70	>70 ≤150	>150
		N/mm²							N/mm²				%		
P275N P275NH P275NL1 P275NL2	normalizzato	275	275	265	255	235	225	(4)	390 a 510	370 a 490	350 a 470	(4)	24	23	(4)
P355N P355NH P355NL1 P355NL2	normalizzato	355	355	345	325	315	295	(4)	490 a 630	470 a 610	450 a 590	(4)	22	21	(4)
P460N P460NH P460NL1 P460NL2	normalizzato	460	450	440	420	400	380	(4)	570 a 720	540 a 710	520 a 690	(4)	17	16	(4)

(3) Lo = 5,65 VSo. (4) per spessori maggiori di 150 mm, valori da concordare.

Carico unitario di scostamento dalla proporzion. allo 0,2% a temp. elevata

Tipo di acciaio	Spessore prodotti mm	Rp 0,2 a temp. di °C 50	100	150	200	250	300	350	400
		N/mm²							
P275NH	≤35	264	245	226	196	177	147	127	108
	>35 ≤70	247	235	216					
	>70 ≤100	229	216	196	176	157	127	108	88
	>100≤150	214	196	176	157	137	108	88	69
P355NH	≤35	336	304	284	245	226	216	196	167
	>35 ≤70	313	294	275					
	>70 ≤100	300	275	255	235	216	196	177	147
	>100≤150	280	255	235	216	196	177	157	127
P460NH	≤35	-	402	373	333	314	294	265	235
	>35 ≤70	-	392	363					
	>70 ≤100	-	373	343	324	294	275	245	216
	>100≤150	-	353	324	304	275	255	226	196

Valori min KV in J (int. a V)

Stato di fornitura: normalizzato. Spessore dei prodotti da 5 a 150 mm.

Provette	Temp. °C	P...N P..NH	P.... NL1	P.... NL2
longitudin.	-50	-	27	90
	-40	-	34	40
	-20	40	47	65
	0	47	55	90
	+20	55	63	100
trasversali	-50	-	16	27
	-40	-	20	30
	-20	20	27	40
	0	27	34	60
	+20	31	40	70

Acciai legati speciali inox resistenti alla corrosione e al calore

Composizione chimica percentuale di colata

	Tipo di acciaio UNI 6900		C	Mn max	Si	Cr	Ni	Mo	P max	S
Martensitici *	X12Cr13	(1)	0,09÷0,15	1	≤1	11,5÷14	≤1	-	0,04	≤0,03
	X12CrS13	(2)	0,08÷0,15	1,5	≤1	12÷14	≤1	≤0,60	0,06	0,15÷0,35
	X20Cr13		0,16÷0,25	1	≤1	12÷14	≤1	-	0,04	≤0,03
	X30Cr13		0,26÷0,35	1	≤1	12÷14	≤1	-	0,04	≤0,03
	X40Cr14		0,36÷0,45	1	≤1	12,5÷14,5	≤1	-	0,04	≤0,03
	X16CrNi16		0,1÷0,2	1	≤1	15÷17	1,5÷2,5	-	0,04	≤0,03
	X14CrNi19		≤0,16	1	≤1	18÷20	1,5÷2,5	-	0,04	≤0,03
Ferritici **	X6Cr13		≤0,08	1	≤1	11,5÷14	≤0,5	-	0,04	≤0,03
	X6CrAl13	(3)	≤0,08	1	≤1	11,5÷14	≤0,5	-	0,04	≤0,03
	X8Cr17		≤0,10	1	≤1	16÷18	≤0,5	-	0,04	≤0,03
	X10CrS17	(2)	≤0,12	1,5	≤1	16÷18	≤0,5	≤0,60	0,06	0,15÷0,35
	X8CrMo17		≤0,10	1	≤1	16÷18	≤0,5	0,9÷1,3	0,04	≤0,03
	X16Cr26	(4)	≤0,20	1,5	≤1	24÷27	-	-	0,04	≤0,03
	X10CrAl12	(5)	≤0,12	0,6	1,5÷2	11÷13	-	-	0,04	≤0,03
Austenitici ***	X2CrNi1811		≤0,03	2	≤1	17÷19	9÷12	-	0,045	≤0,03
	X5CrNi1810		≤0,06	2	≤1	17÷19	8÷11	-	0,045	≤0,03
	X8CrNi1910		0,04÷0,10	2	≤0,75	18÷20	8÷12	-	0,04	≤0,03
	X10CrNi1809		≤0,12	2	≤1	17÷19	8÷10	-	0,045	≤0,03
	X10CrNiS1809	(2)	≤0,12	2	≤1	17÷19	8÷11	≤0,60	0,2	0,15÷0,35
	X8CrNi1812		≤0,10	2	≤1	17÷19	11÷13	-	0,045	≤0,03
	X12CrNi1707		≤0,15	2	≤1	16÷18	6÷8	-	0,045	≤0,03
	X6CrNiTi1811	(6)	≤0,08	2	≤1	17÷19	9÷12	-	0,045	≤0,03
	X8CrNiTi1811	(7)	0,04÷0,10	2	≤0,75	17÷19	9÷13	-	0,03	≤0,03
	X6CrNiNb1811	(8)	≤0,08	2	≤1	17÷19	9÷12	-	0,045	≤0,03
	X8CrNiNb1811	(8)	0,04÷0,10	2	≤0,75	17÷19	9÷13	-	0,03	≤0,03
	X2CrNiMo1712		≤0,03	2	≤1	16÷18,5	11÷14	2÷2,5	0,045	≤0,03
	X5CrNiMo1712		≤0,06	2	≤1	16÷18,5	10,5÷13,5	2÷2,5	0,045	≤0,03
	X8CrNiMo1712		0,04÷0,10	2	≤0,75	16÷18	11÷13,5	2÷2,5	0,03	≤0,03
	X6CrNiMoTi1712	(6)	≤0,08	2	≤1	16÷18,5	10,5÷13,5	2÷2,5	0,045	≤0,03
	X6CrNiMiNb1712	(8)	≤0,08	2	≤1	16÷18,5	10,5÷13,5	2÷2,5	0,045	≤0,03
	X2CrNiMO1713		≤0,03	2	≤1	16÷18,5	11,5÷14,5	2,5÷3	0,045	≤0,03
	X5CrNiMo1713		≤0,06	2	≤1	16÷18,5	11÷14	2,5÷3	0,045	≤0,03
	X8CrNiMo1713		0,04÷0,10	2	≤0,75	16÷18	11÷14	2,5÷3	0,03	≤0,03
	X6CrNiMoTi1713	(6)	≤0,08	2	≤1	16÷18,5	11,5÷14,5	2,5÷3	0,045	≤0,03
	X6CrNiMoNb1713	(8)	≤0,08	2	≤1	16÷18,5	11,5÷14,5	2,5÷3	0,045	≤0,03
	X2CrNiMo1816		≤0,03	2	≤1	17,5÷19,5	14÷17	3÷4	0,045	≤0,03
	X6CrNi2314		≤0,08	2	≤1	22÷24	12÷15	-	0,045	≤0,03
	X16CrNi2314		≤0,20	2	≤1	22÷24	12÷15	-	0,045	≤0,03
	X6CrNi2520		≤0,08	2	≤1,5	24÷26	19÷22	-	0,045	≤0,03
	X22CrNi2520		≤0,25	2	≤1,5	24÷26	19÷22	-	0,045	≤0,03
	X16CrNiSi2520		≤0,20	2	1,5÷2,5	24÷26	19÷22	-	0,045	≤0,03

** Magnetico tempr. in olio. ** Magnetico non tempr. *** Non magnetico, possibile di tempra di austenitizzazione. (1) Può essere richiesto: (1) con Si max 0,5% e Cr max 13%. (2) con Se min 0,15% al posto dello zolfo. (3) Al = da 0,10÷0,30. (4) N ≤ 0,25. (5) Al = 1,0÷1,3. (6) 5C ≤ Ti ≤ 0,8. (7) 4C ≤ Ti ≤ 0,6. (8) 10C ≤ Nb + Ta ≤ 1. Per i singoli prodotti finiti ottenuti con gli acciai della presente norma, le caratteristiche specifiche sono indicate nelle UNI 6901, 6902, 6903, 6904. La designazione del tipo di acciaio deve essere sempre completata col riferimento della norma UNI relativa al prodotto considerato.*

segue

segue: Acciai legati speciali inox resist. alla corros. e al calore

Valori min dei carichi unitari di scostam. dalla proporz. a caldo

Temperatura in °C		> 20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
		≤ 50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Tipi di acciai	tratt.term.	Rp (0,2) min N/mm²										
X12Cr13	Bonifica	410	410	410	400	385	365	335	305	-	-	-
X20Cr13		475	460	445	430	415	390	365	325	-	-	-
X30Cr13		570	540	520	500	490	470	420	375	-	-	-
X16CrNi16		565	540	520	505	490	470	420	375	-	-	-
W6Cr13	Ricottura di ricristal.	225	225	225	225	225	220	210	195	-	-	-
X6CrAl13		225	225	225	225	225	220	210	195	-	-	-
X16Cr26		245	235	225	215	205	195	185	175	165	155	145
X2CrNi1811	Tempra di austenitizzazione	160	145	130	120	110	100	95	90	-	-	-
X5CrNi1810		175	155	140	130	120	110	103	100	-	-	-
X8CrNi1910		175	155	140	130	120	110	103	100	-	-	-
X6CrNiTi1811		190	175	165	155	145	135	130	130	125	120	120
X8CrNiTi1811		190	175	165	155	145	135	130	130	125	120	120
x6CrNiNb1811		190	175	165	155	145	135	130	130	125	120	120
X8CrNiNb1811		190	175	165	155	145	135	130	130	125	120	120
X2CrNiMo1712		185	170	155	145	135	130	120	120	-	-	-
X5CrNiMo1712		195	175	160	145	135	130	120	120	-	-	-
X8CrNiMo1712		195	175	160	145	135	130	120	120	-	-	-
X6CrNiMoTi1712		205	185	175	165	155	145	140	135	130	130	130
X6CrNiMoNb1712		205	185	175	165	155	145	140	135	130	130	130
X2CrNiMo1713		185	170	155	145	135	130	125	120	-	-	-
X5CrNiMo1713		195	175	160	145	135	130	125	120	-	-	-
X8CrNiMo1713		195	175	160	145	135	130	125	120	-	-	-
X6CrNiMoTi1713		205	190	180	170	160	155	150	145	140	135	135
X6CrNiMoNb1713		205	190	180	170	160	155	150	145	140	135	135
X2CrNiMo1816		185	170	155	145	135	130	125	120	-	-	-
X6CrNi2314		195	185	175	155	145	130	125	110	100	90	80
X6CrNi2520		185	180	175	170	165	160	155	150	145	140	135
Tipi di acciai	tratt.term.	Rp (1) min N/mm²										
X2CrNi1811	Tempra di austenitizzazione	200	200	160	135	135	130	120	120	-	-	-
X5CrNi1810		215	215	170	155	145	135	130	130	-	-	-
X8CrNi1910		215	215	170	155	145	135	130	130	-	-	-
X6CrNiTi1811		225	210	195	185	175	165	155	155	150	145	145
X8CrNiTi1811		225	210	195	185	175	165	160	155	150	145	145
X6CrNiNb1811		225	210	195	185	175	165	160	155	150	145	145
X8CrNiNb1811		225	210	195	185	175	165	160	155	150	145	145
X2CrNiMo1712		220	205	185	175	165	155	150	145	-	-	-
X5CrNiMo1712		230	210	190	175	165	155	150	145	-	-	-
X8CrNiMo1712		230	210	190	175	165	155	150	145	-	-	-
X6CrNiMoTi1712		245	220	205	195	185	175	170	165	160	155	155
X6CrNiMoNb1712		245	220	205	195	185	175	170	165	160	155	155
X2CrNiMo1713		220	205	185	175	165	155	150	145	-	-	-
X5CrNiMo1713		230	210	190	175	165	155	150	145	-	-	-
X8CrNiMo1713		230	210	190	175	165	155	150	145	-	-	-
X6CrNiMoTi1713		250	225	210	200	190	185	180	175	170	165	165
X6CrNiMoNb1713		250	225	210	200	190	185	180	175	170	165	165
X2CrNiMo1816		220	205	185	175	165	155	152	145	-	-	-

Riferimento UNI 6900. Questi valori sono garantiti, ma non costituiscono oggetto di verifica al collaudo a meno che ciò non sia preventivamente concordato col fornitore.

segue

Acciai inossidabili - Principali caratteristiche e applicazioni

Gli acciai inox possono dividersi in tre gruppi fondamentali:

a) **Martensitici** - sono induribili con tratt. term. di tempra. Cr 11-20, C 0,1-0,35 con punte fino allo 0,45 %.

b) **Ferritici** - Hanno struttura ferritica indipendentemente dalla temp., Cr 11-27%, C di norma 1% che può arrivare allo 0,3% quando il Cr é al limite superiore.

c) **Austenitici** - Struttura aust. stabile indipendentemente dalla temp. Cr 16-26%, Ni 6-22%, tenori di C 0,1% che può salire allo 0,25 solo ai max tenori di C e Ni. Parte del Ni può essere sostituito da Mo anch'esso elemento austenitico.

- Caratteristiche e applicazioni

- Martensitici - X12Cr13 - Buona lavorab. alle macch. utens., possibili di formatura a freddo. Cilindri per lavoraz. del rame, particolari per impianti petrolchim., strum. di misura, viti autofil., ferri da stiro, raggi da cicli, coltelli, ecc.

X12CrS13- Adatto per lavor. macch. autom. viti, dadi, minuterie, ecc.

X20Cr13-X30Cr13-X40Cr14- Durezza abbastanza elevata dopo trattam. term. Ingranaggi chiavi fisse, alberi per pompe e per valvole, strumenti chirurgici, cacciaviti, utensili destinati a venire in contatto con sostanze alimentari.

X12CrNi16- Durezza, elevata resist. mecc. e alla corrosione. Alberi portaelica, molle, viti prigioniere, giranti centrifughe scrematrici, macch. ind. carta. Si segnalano gli AISI **440A, 440B, 440C** (norm.USA) Ottima durezza e resist. all'usura. Strumenti chirurg., cusc. a sfere di precis. (440C) blocch. di riscontro,coltelli ecc.

- Ferritici - X6CrAl13- Buone caratt. di tenacità nelle strutt. saldate. Cassette di ricottura, tubi scamb. di calore, particolari per torri di distillazione ecc.

X8Cr17- Di vasto impiego. Ind. auto, elettrodom., ind. chimica, camere di combust. vasellame metallico ecc. **X10CrS17**- migliore lavorab. alle macch. utens. automat.

X8CrMo17- Migliori caratt. di resist. del X8Cr17, alla corros. atmosf. anche salina a da cloruri. Part. ind. automobilistica.

X16Cr26- Resiste bene all'ossidaz. a caldo fino a 1200°C. Alle alte temp. la resistenza mecc. diventa modesta. E' preferibile, in questi casi, l'X22CrNi2520.

- Austenitici - X5CrNi1810 - X10CrNi1809- X8CrNi1812-X12CrNi1707 - Si differenziano per la quantità di Ni. Più Ni, minore incrudimento nelle lavoraz. plastiche. Caratt. mecc. non elevate a 20°C; ottime a temp. anche molto basse. Elev. resist. a fatica. Auto e navi cisterna, attrezz. ospedaliere, edilizia, ind. chimiche, alimentari, ecc. **X10CrNiS1809**- Superiori caratter. di lavorab. alle macch. uyensili autom. Caratt. mecc. come per X5CrNi1810- X5CrNiMo1712 -X5CrNiMo1713 - Rispetto ai precedenti più resist. alla corros. sotto tensione o vaiolante. Migliori caratter. mecc. a temp. mediamente elevate. Indust. chimiche, nucleari, alimentari, trasporti su rotaia, ecc. **X6CrNiMoNb1713**- sono acciai stabilizzati. I primi tre hanno caratterist. mecc. a 20°C analoghe all'acc. X5CrNi1810- migliori a temp. elevate . Strutt. saldate in ambienti dove esiste pericolo di corrosione intercristallina.

X2CrNi1810-X2CrNiMo1712- Per strutt. saldate anche di notevole spess., migliore resist. agli urti nei giunti saldati anche a temp. molto basse, ma con caratter. mecc. inferiori a quelle dei tipi stabil. Industria chim. petrolchim. nucleare.

X6CrNi2314-X16CrNi2314-X6CrNi2520 Elevate caratt. di resist. mecc. e alla corros. a temp. elevate. Per temp. inf. a 900°C, presentano infragilimento. Ind. chimiche, petrolchimiche, nucleari, ecc.

"REVAL" Tondo di acciaio inossidabile per cemento armato
Acciaierie "Valbruna" Vicenza

Tondino di acc. inox. ad aderenza migliorata; non si ossida, non aumenta di volume; si evitano fessurazioni e stacchi del copriferro.

Getti faccia a vista perfetti e durevoli nel tempo. L'assenza di manutensione, economizza il maggior costo iniziale.

Diametro	mm	6	8	10	12	14	16	18	20	25
Resistenza	N/mm²	870	840	750	760	720	720	720	650	650
Snervamento	N/mm²	740	710	650	660	590	590	575	560	500
Carico a rottura	kN	24,6	42,2	58,9	85,9	111	145	183	204	319,1
Allungamento (A_5)	%	16	15	14	15	22	26	26	26	26

Acc. Inox - Impieghi più correnti

Tipo di acciaio da UNI 6901 e 8317	Semilavorati. Verg. 6901	Lamiere e nastri. 8317	Tubi senza sald. UNI 6904
X6CrTi 12	x		
X2CrTi 12	x		
X6CrTi 17	x		
X6CrTiNb 17	x		
X6Cr 13	x	x	
X6CrAl 13	x	x	x
X8Cr 17	x	x	x
X10CrS 17	x		
X8CrMo 17	x	x	
X16Cr 26	x	x	x
X10CrAl 12	x	x	x
X2CrNi 18 11	x	x	x
X5CrNi 18 10	x	x	x
X8CrNi 19 10	x	x	x
X2CrNiN 18 11		x	
X5CrNiN 18 10		x	
X10CrNi 18 09	x	x	
X10CrNiS 18 09	x		
X8CrNi 18 12	x	x	x
X12CrNi 17 07	x	x	
X6CrNiTi 18 11	x	x	x
X8CrNiTi 18 11	x	x	x
X6CrNiNb 18 11	x	x	x
X8CrNiNb 18 11	x	x	x
X2CrNiMo 17 12	x	x	x
X8CrNiMo 17 12	x	x	x
X2CrNiMoN 17 12		x	
X6CrNiMoTi 1712	x	x	x
X6CrNiMoNb 1712	x	x	x
X2CrNiMo 17 13	x	x	x
X5CrNiMo 17 13	x	x	x
X8CrNiMo 17 13	x		x
X2CrNiMoN 17 13		x	
X6CrNiMoTi 1713	x	x	x
X6CrNiMoNb 1713	x	x	x
X2CrNiMo 18 16	x	x	
X6CrNi 23 14	x	x	x
X16CrNi 23 14	x	x	x
X6CrNi 25 20	x	x	x
X22CrNi 25 20	x	x	x
X16CrNiSi 25 20	x		
X12Cr 13	x		x
X12CrS 13	x		
X20Cr 13	x		x
X30Cr 13	x		
X40Cr 13	x		
X16CrNi 16	x		
X14CrNi 19	x		

x = Tipo di acciaio impiegato nei relativi semilavorati o prodotti.

Acciaio inossidabile

Indurente per precipitazione
Designazione AISI 630
ASTM A 564 - DIN Wn 1.4542
AMS 5643 - AFNOR Z6 CNU 17 - 04

Composizione chimica percentuale:

C	Mn	Si	Ni e Cu
0,07	1,00	15,5÷17,5	3,5

Caratteristiche meccaniche

Stato fisico	Rm N/mm²	Rp(0,2) N/mm²	A %	HB
Solub.A	800	520	18	≤ 363
H 900	1310	1172	10	≥ 388
H 1075	1000	862	13	≥ 311
H 1150	931	724	16	≥ 255

Caratteristiche fisiche e altre

Massa volumica g/cm³ 7,75
Coefficiente di dilatazione termica lineare:
fra - 70 e + 90°C $11,4 \div 11,9 \times 10^{-6}$
da 20 a 200°C $10,8 \times 10^{-6}$
da 20 a 300°C $11,2 \times 10^{-6}$
da 20 a 400°C $11,3 \times 10^{-6}$
Modulo elastico di flessione:
N/m² 197000
Resistività μΩ cm 98

Notizie tecniche:

Lavorabilità: (*) sufficiente
Saldabilità: buona
Resistenza alla corros.: ottima
(*) La lavorabilità é particolarmente difficoltosa in alesaggi e nelle filettature.
In fase di progettazione é opportuno quindi:
Non progettare "canali" con larghezze minori o uguali di 5 mm.
Non prevedere maschiature con diametro minore o uguale di 5 mm.
Mantenere nelle alesature una tolleranza maggiore o uguale a 0,01.

Il materiale viene fornito in condizione A e può essere indurito per precipitazione (ASTM a 564) ottenendo H900, H1075 o H1150.
Dopo l'indurimento asportare la "buccia di ossidazione" meccanicamente o chimicamente. Impiego:
Quando un particolare, oltre alla resistenza all'ossidazione, deve possedere elevate caratteristiche meccaniche.

Getti di acciaio inossidabile e di acciaio speciale colati in sabbia

Rif. UNI 3159. Getti acc. inox o lega resist. al calore (refrattari)

Qualità	Composizione chimica % C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Caratt.mecc. R	Rp0,2	A
GX35Cr13	0,20÷0,50	1,00	2,50	0,040	0,035	12÷14	0,50	-	-	-	-
GX35Cr17	0,20÷0,50	1,00	2,50	0,040	0,035	16÷18	0,50	-	-	-	-
GX35Cr28	0,20÷0,50	1,00	2,50	0,040	0,035	26÷30	0,50	≤4	380	-	-
GX35CrNi2805	0,20÷0,50	1,50	2,50	0,040	0,035	26÷30	0,50	4÷7	490	240	-
GX35CrNi2809	0,20÷0,50	2,00	2,50	0,040	0,035	26÷30	0,50	8÷11	540	275	8
GX30CrNi2010	0,20÷0,40	2,00	2,50	0,040	0,035	18÷22	0,50	8÷12	490	240	15
GX35CrNi2512	0,20÷0,50	2,00	2,50	0,040	0,035	24÷27	0,50	11÷14	490	240	10
GX35CrNi2816	0,20÷0,50	2,00	2,50	0,040	0,035	26÷30	0,50	14÷18	490	240	10
GX40CrNi2620	0,20÷0,60	2,00	2,50	0,040	0,035	24÷28	0,50	18÷22	440	240	10
GX40CrNi3020	0,20÷0,60	2,00	2,50	0,040	0,035	28÷32	0,50	18÷22	450	240	8
GX35NiCr2521	0,20÷0,50	2,00	2,50	0,040	0,035	19÷23	0,50	23÷27	440	-	8
GX50NiCr3515	0,30÷0,70	2,00	2,50	0,040	0,035	13÷17	0,50	33÷37	440	-	-
GX50NiCR3525	0,30÷0,70	2,00	2,50	0,040	0,035	23÷27	0,50	33÷37	440	-	-
GX50NiCr3919	0,30÷0,70	2,00	2,50	0,040	0,035	17÷21	0,50	37÷41	440	-	-
GX55NiCr6012	0,35÷0,75	2,00	2,50	0,040	0,035	10÷14	0,50	58÷62	410	-	-
GX55NiCr6617	0,35÷0,75	2,00	2,50	0,040	0,035	15÷19	0,50	64÷68	410	-	-

Elementi di costruzione non sottoposti a pressione e per usi a temp. >600°C a contatto con atmosf. aggressive. Es. design: Getto UNI 3159 GX 35 Cr 13. Lim. scorr. Caric.rott. Caratt.fis. UNI 3159.

Rif. UNI 3160. Getti acc. spec. resist. all'usura per abrasione

Qualità	Composizione chimica % C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	Car.m. HB
GC37	0,34÷0,4	0,9÷1,2	≤0,5	-	-	-	≤230
GX120Mn12	1÷1,4	11÷14	≤1	-	-	-	≤170
GX120MnCr1202	1÷1,4	11÷14	≤1	1,5÷2,5	-	-	≤170
G90Cr4	0,8÷1	≤0,8	≤0,5	1÷1,2	-	-	≤450
GX200Cr13	2÷2,2	≤0,6	≤0,5	12÷14	-	-	≤550
G40CrMo4	0,37÷0,42	0,75÷1	0,2÷0,35	0,8÷1,2	0,15÷0,25	-	≤350
G35NiCrMo16	0,3÷0,4	≤0,6	≤0,35	1,2÷1,5	0,2÷0,4	3,8÷4,2	≤400

Altri elementi max: P 0,035 - 0,1 S 0,035-0,05. Esempio des.: Getto UNI 3160 G 90 Cr 4.

Rif. UNI 3161. Getti acciaio inox resist. alla corrosione

Qualità	Composizione chimica % C	Si	Cr	Mo	Ni	Caratt.mecc. R	Rp0,2	A
GX12Cr13	≤0,15	≤1,5	11,5÷13,5	≤0,5	≤1	620	450	15
GX30Cr13	0,2÷0,4	≤1,5	11,5÷14	≤0,5	≤1	690	485	10
GX25Cr19	≤0,3	≤1,5	18÷21	-	≤2	450	205	-
GX40Cr28	≤0,5	≤1,5	26÷30	-	≤4	380	-	-
GX6CrNi1301	≤0,08	≤1	11,5÷13,5	≤0,5	1,4÷1,8	640	450	15
GX6CrNi1304	≤0,08	≤1	11,5÷13,5	0,4÷0,7	3,5÷5	750	540	15
GX5CrNi1704	≤0,06	≤1	16÷18	0,4÷0,7	3,5÷5	750	580	14
GX2CrNi1910	≤0,03	≤2	17÷21	-	8÷12	440	190	30
GX6CrNi2010	≤0,08	≤2	18÷21	-	8÷11	440	190	30
GX6CrNiNb2011	≤0,08	≤2	18÷21	-	9÷12	440	190	25
GX2CrNiMo1911	≤0,03	≤2	17÷21	2-3	9÷13	440	190	28
GX6CrNiMo2011	≤0,08	≤2	18÷21	2-3	9÷12	440	190	28
GX6CrNiMoNb2011	≤0,08	≤2	18÷21	2-3	9÷13	440	190	20
GX6CrNiMo201103	≤0,08	≤1,5	18÷21	3-4	9÷13	480	205	22
GX16CrNi2010	≤0,2	≤2	18÷21	-	8÷11	480	205	28
GX16CrNi2414	≤0,2	≤2	22÷26	-	12÷15	480	205	28
GX16CrNi2521	≤0,2	≤2	23÷27	-	19÷22	450	195	28
GX5NiCrSiMoCu2419	≤0,07	2,5÷3,5	18÷20	2,5÷3	22÷25	480	205	30
GX5NiCrCuMo2921	≤0,07	≤1,5	19÷22	2÷3	27÷31	430	170	30

Altri elementi max: P 0,040 S 0,035 Mn 1 a 1,5 Acciai atti a resistere a diversi ambienti corrosivi. Esempio designazione: Getto UNI 3161 GX 12 Cr 13. Tratt. term. Caratt. fis. vedi UNI 3161.

Acciaio legato speciale laminato a caldo per valvole

Tondi per valvole di motori a cimbustione interna

La presente norma riguarda i tondi (Ø fino a 40 mm) di acciaio legato speciale lamin. a caldo per valvole di motori a comb. interna forniti in barre allo stato grezzo di laminaz. trafil. o rettif.

Qualità di acciaio	Composizione chimica percent. (analisi di colata)							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	N	P max	S
X45CrSi 8	0,40÷0,50	0,80 max	2,8÷3,5	7,5÷9,5	0,50 max	-	0,035	0,030max
X80CrSiNi 20	0,75÷0,85	0,80 max	1,75÷2,50	19÷21	1÷1,70	-	0,035	0,030max
X85CrMoV 19 3	0,75÷0,90	1÷1,50	0,15÷0,30	18÷20	0,50 max	-	0,035	0,030max
X45CrNiW 19 9	0,40÷0,50	0,80÷1,5	2÷3	17÷20	8÷10	-	0,035	0,030max
X53CrMnNiN 21 9	0,48÷0,58	8÷10	0,25 max	20÷23	3,25÷4,5	0,38÷0,50	0,05	0,035max
X70CrMnNiN 21 6	0,65÷0,75	5,5÷7	0,45÷0,85	20÷22	14÷19	0,18÷0,28	0,04	,025-,05

Altri elementi: 2,5≤Mo≤40 - 0,40≤V≤0,60(X85); 0,80≤W≤1,20 (X45CrNiW 18 9).

Caratteristiche meccaniche prescritte a temp. ambiente

Qualità di acciaio	Trattamento termico	R	Rp(0,2) min	A min %	Z min % (1)	HRC min (2)
X45CrSi 8	Tempra e rinvenimento	885÷1080	685	70	13	50
X80CrSiNi 20		930÷1130	685	70	8	43
X85CrMoV 19 3		885÷1080	685	70	10	48
X45CrNiW 18 9	Tempra di austenitizzazione	685÷885	390	40	25	-
X53CrMnNiN 21 9	Tempra di austenitizzazione e rinvenimento di precipitazione	980÷1180	590	60	8	-
X70CrMnNiN 21 6		980÷1180	590	60	8	-

(1) Prova di strizione. (2) Durezza Rockwell C in superficie dopo tempra locale.

Trattam. term. per il controllo delle caratt. mecc. a temp. ambiente

Qualità di acciaio	Tempra			Rinvenimento		
	Temperatura di riscaldo °C	Permanenza a temper. h	Mezzo di raffreddamento	Temperatura di riscaldo °C	Permanenza a temperat. h	Mezzo di raffreddamento
X45CrSi 8	1040÷1060	½	olio	720÷750	2	aria calma
X80CrSiNi 20	1050÷1080	½	olio	710÷740	2	aria calma
				doppio rin.		
X85CrMoV 19 3	1070÷1090	1	olio	720÷740	2½	aria calma
				700÷720	2	aria calma
	Tempra di austenitizzazione			Rinvenimento di precipitazione		
X45CrNiW 18 9	1170÷1190	1	acqua	-	-	-
X53CrMnNi 21 9	1170÷1190	1	acqua	750÷770	16	aria
X70CrMnNiN 21 6	1170÷1190	1	acqua	750÷770	16	aria

Caratteristiche e esempi di applicazione

Acciai al CrSi e CrMo: elevata resist. meccanica e all'ossidaz. a caldo, ottima resistenza all'azione degli antidetonanti usati nelle benzine a forte numero di ottani. Valvole di immissione e di scarico con medie (X45CrSi8) e forti sollecit. Piastre per forni crogioli per bagni di sale, ecc. Acc. al CrNi e CrMnNi: per valv. di scarico.Elev.resist. alle alte temperat. Motori da competizione e aerei, ottima resist. all'ossidazione e all'azione corrosiva dei gas (X45CrNiW 18 9). Migliore resist. e tenacità gli altri tipi Stati di fornitura: Acciai al Cr Si e CrMo : Ricotto (HB max 272), bonificato. Acciai al CrNi e CrMn Ni: non trattato, temprato di austenit.(HB max 270). Es. des. Tondo 25 X85CrMoV193-bonif. UNI 3992

Acciai di qualità per getti

Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale dopo trattamento termico. Normalmente utilizzati tra -10 e +100°C. Composizione chimica, elaborazione, trattamento termico e processo di fabbricazione sono lasciati alla scelta del fabbricante (1).

Caratteristiche meccaniche

Qualità di acciaio UNI 3158	R N/mm²	Rp 0,2 min N/mm²	A min %	Strizione Z min %	KV min J
Fe G 400	400÷550	200	25	40	30
Fe G 450	450÷600	230	22	35	25
Fe G 520	520÷670	260	18	35	22
Fe G 570	570÷720	300	15	30	18

(1) Per l'acciaio Fe G 400, la percent. di C deve essere ≤ 0,18, per l'acciaio Fe G 450 ≤ 0,25. Trattamenti termici generalmente applicati: Ricottura completa, normalizzazione, normalizzazione e rinvenimento, tempra e rinven. I trattamenti termici devono essere effettuati nei modi seguenti: Ricottura completa: riscaldamento al disopra di Ac , raffreddare al forno. Normalizzazione: riscaldamento al disopra di Ac3, raffreddare all'aria. Tempra: riscaldamento al disopra di Ac3, raffreddare in modo accelerato. Rinvenimento: riscald. al disopra di Ac1. (Riferim. UNI 3158)

Acciai speciali non legati o legati per getti di elevata resistenza

Composizione chimica percentuale

Acciaio UNI 4010	C max	Mn	Si max	Cr	Mo	Ni	P e S max
Fe G 52	0,25	1÷1,50		-	-	-	
Fe G 60	0,35	1÷1,50		-	-	-	
Fe G 65-1	0,35	1÷1,50	0,50	0,70÷1,20	-	-	0,035
Fe G 65-2	0,25	≤ 0,80		0,40÷0,80	0,15÷0,35	0,40÷0,80	
Fe G 70	0,30	1÷1,50		0,40÷0,80	0,15÷0,35	0,40÷0,80	
Fe G 80	0,35	1÷1,50		0,40÷0,80	0,15÷0,35	1,5÷2	

La composizione chimica percentuale é data a titolo indicat. E'invece garant. la quantità di P e S

Caratteristiche meccaniche

Qualità di acciaio	R min N/mm²	Re min N/mm²	A min %	Strizione Z min %	KCU min J
Fe G 52	510	295	20	40	22,5
Fe G 60	590	345	12	30	15
Fe G 65-1	640	375	10	25	10
Fe G 65-2	640	375	15	35	22,5
Fe G 70	690	440	12	30	17,5
Fe G 80	780	590	10	25	15

Il collaudo dei getti si esegue in base alle caratteristiche meccaniche. I getti devono essere sottoposti a trattamento termico di normalizzazione o di tempra seguito da rinvenimento a temperatura < di 550 °C. (Riferim. UNI 4010)

Acciaio non legato di qualità in prodotti fucinati o stampati

Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità, ottenuti mediante fucinatura o stampaggio di semilavorati, per usi generali.

Qualità di acciaio	Compos. Chim. % (anal. di colata) C	Mn	Si max	N max	P e S max	analisi su prodotto C max	N max	P e S max
Fe 360 B	≤0,17	0,35÷0,70	0,35	0,009	0,040	0,19	0,010	0,045
Fe 360 C D					0,035			0,040
Fe 410 B	≤0,20	0,35÷0,70	0,35	0,009	0,040	0,23	0,010	0,045
Fe 410 C D					0,035			0,040
Fe 510 B	≤0,22	≤1,50	0,55	-	0,040	0,25	-	0,045
Fe 510 C D					0,035			0,040
Fe 490 °	0,30	0,60	0,40	0,009	0,035	0,39	0,010	0,040
Fe 590 °	0,40	0,60	0,40	0,009	0,035	0,50	0,010	0,040
Fe 690 °	0,50	0,60	0,40	0,009	0,035	0,61	0,010	0,040

Caratt. mecc. allo stato normalizzato o norm. e rinv. (A richiesta crudo, ricotto oppure normalizzato e rinvenuto).

Caratt. meccan.	Diametro o spessore oltre	fino a	Qualità di acciaio Fe 360 B C D	Fe 410 B C D	Fe 510 B C D	Fe 490	Fe 590	Fe 690
R N/mm	tutti		360-440	410-490	510-610	490-590	590-710	690-840
Re min N/mm		100	205	245	295	285	335	380
	100	250	195	235	285	265	315	355
	250	500	185	225	265	245	295	295
	500	1000	175	215	245	235	255	275
A min % Provetta * L		250	28	26	22	22	18	15
	250	500	26	25	20	20	16	13
	500	1000	23	21	18	18	13	-
A min % Provetta * T		250	25	23	19	19	14	11
	250	500	23	21	17	17	13	10
	500	1000	20	19	15	15	11	-
A min % Provetta * Q		250	20	19	15	15	12	9
	250	500	19	17	14	14	11	8
	500	1000	15	15	12	12	8	-
Temp. °C			20 / 0 -20	20 / 0 -20	20 / 0 -20	20	20	20
KCU min J Provetta * L		100	50 / -	45 / -	40 / -	30	25	20
	100	250	45	40	35	25	20	-
	250	500	35	30	25	20	15	-
	500	1000	25	20	20	-	-	-
KCU min J Provetta * T		100	40 / -	40 / -	30 / -	25	20	15
	100	250	35	35	25	20	15	-
	250	500	30	25	20	15	10	-
	500	1000	20	15	15	-	-	-
KCU min J Provetta * Q		100	30 / -	30 / -	25 / -	20	15	10
	100	250	25	25	20	15	10	-
	250	500	20	20	15	10	10	-
	500	1000	15	10	10	-	-	-
KV * L minJ * Q	tutti		- / 30	- / 30	- / 30		-	
	tutti		- / 20	- / 20	- / 20		-	

* Provette prelevate in senso: L= longitud., T= tangenz., Q=trasversale. Acciai non effervescenti. Quelli di tipo D: calmati a grano fine. ° Acciai non saldabili. Es. design. tondo fucinato Ø 200 mm, lungo 400mm, acc. Fe 490 ricotto: Tondo 200x400-Fe490 ric. UNI 7746

Acciaio da cementazione in prodotti fucinati o stampati

Prodotti finiti fucinati o stampati forniti, salvo diverso accordo, allo stato ricotto, ottenuti da lingotto o semilav., anche da colata continua di acciaio non legato o legato speciale da cementazione, tempra e distensione.

Tipo di acciaio	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P e S max
C 10	0,07÷0,13	0,30÷0,60	0,15÷0,35	-	-	-	0,035
C 15	0,12÷0,18	0,30÷0,60	0,15÷0,35	-	-	-	
16MnCr5	0,13÷0,19	1,00÷1,30	0,15÷0,40	0,80÷1,10	-	-	
20MnCr5	0,17÷0,22	1,10÷1,40	0,15÷0,40	1,00÷1,30	-	-	
18CrMo4	0,15÷0,21	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,85÷1,15	-	0,15÷0,25	
12NiCr3 (1)	0,09÷0,15	0,30÷0,60	0,15÷0,40	0,40÷0,70	0,50÷0,80	(2)	
16CrNi4 (1)	0,13÷0,18	0,70÷1,00	0,15÷0,40	0,80÷1,10	0,80÷1,10	(2)	
20CrNi4 (1)	0,18÷0,23	0,80÷1,10	0,15÷0,40	0,90÷1,20	0,90÷1,20	(2)	
16NiCrMo2 (1)	0,13÷0,18	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,35÷0,65	0,40÷0,70	0,15÷0,25	
20NiCrMo2 (1)	0,17÷0,23	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,35÷0,65	0,40÷0,70	0,15÷0,25	
18NiCrMo5 (1)	0,15÷0,21	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,70÷1,00	1,20÷1,50	0,15÷0,25	
18NiCrMo7 (1)	0,17÷0,22	0,45÷0,65	0,15÷0,40	0,40÷0,70	1,60÷2,00	0,20÷0,30	
16NiCrMo12	0,13÷0,19	0,40÷0,70	0,15÷0,40	0,80÷1,10	2,70÷3,20	0,30÷0,40	

(1) Su richiesta con 0,15-0,30% di Pb o 0,02-0,035 di S controll. (2) 0,10% max toll.

Tipo di acciaio	Deformaz. a caldo °C	Cementaz. °C (3)	Tempra di nucleo °C	Tem. sup. cement. °C	Raffredd. in	Distensione °C	Prova Jominy °C (4)
C 10	1150÷900	890÷930	890÷920	780÷820	acqua	150÷200	-
C 15	1150÷900	890÷930	880÷910	780÷820	acqua		-
16MnCr5	1100÷900	890÷880	850÷880	810÷840	olio		870
20MnCr5	1100÷900	970÷900	850÷880	810÷840	acqua		870
18CrMo4	1100÷900	870÷900	850÷880	810÷840	olio		870
12NiCr3	1100÷900	870÷900	810÷880	810÷840			-
16CrNi4	1100÷900	870÷900	850÷880	810÷840			870
20CrNi4	1100÷900	870÷900	850÷880	810÷840			850
16NiCrMo2	1100÷900	870÷900	860÷890	810÷840	bagno termale		870
20NiCrMo2	1100÷900	870÷900	850÷880	800÷830			870
18NiCrMo5	1100÷900	870÷900	840÷870	800÷830			850
18NiCrMo7	1100÷900	870÷900	840÷870	800÷830			850
16NiCrMo12	1100÷900	870÷900	820÷850	780÷810			850

Prescrizioni concernenti	Tipi di fornitura 1 1 1 c e	2 2 2 c e	5 5 5 c e	7 7 7 c e	8 8 8 c e	9 9 9 c e
La composizione chimica	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o
La temprabilità Jominy		o o o			o o o	
Le caratt. mecc. su barrotto di riferim. o pezzo con tempra di nucleo e rinvenimento			o o o			o o o
La durezza dopo ricottura di addolcimento	o	o	o	o	o	o
La durezza dopo trattamento per ottenere una struttura a durezza controllata			o	o o o	o o o	o o o

(3) A titolo indicat. (4) Durata permanen. a temp., almeno 30 min. Salvo diverso accordo, per toll. e sovramet. vedi UNI 7486 tondi, quadri, esag. e piatti. UNI 7731 anelli fuc. senza saldatura. UNI 7732 anelli da piatti fuc. e saldati. UNI 7733 dischi fucin. UNI 7734 dischi forati fuc. UNI 7735 manicotti senza saldat. UNI 6324 pezzi stampati. Esempio designaz. tondo fuc. Ø 300, lungo 4000, toller. e sovram. UNI 7486, acc. 12-NiCr3, forn. ric. di addolc. 8c: Tondo 300x4000 UNI 7486-12 NiCr3-8c UNI 8550

segue

segue: Acciaio da cementazione in prodotti fucinati o stampati

Caratterist.mecc. di collaudo su provette ricavate da barrotto di			rifer. sottoposto a tempra di nucleo e rinvenim. di distens. (1)				
Tipo di acciaio	Spessore o Ø del barrotto oltre	fino a	R N/mm²	Rp 0,2 min N/mm²	A min. % longit.	KCU min J	Durezza HB ricottura di (2) max	(3)
C 10		11	540÷930	345	12	35		
	11	25	440÷685	275	14	40	-	-
	25	40	390÷590	245	16	40		
C 15		11	735÷1180	440	9	22,5		
	11	25	540÷785	345	11	30	-	-
	25	40	490÷735	295	14	38		
16MnCr5		11	1030÷1375	735	8	25		
	11	25	785÷1000	540	9	30	207	140÷207
	25	50	685÷930	490	10	30		
20MnCr5		11	1225÷1570	930	7	17,5		
	11	25	930÷1225	685	8	20	220	150÷207
	25	50	785÷1080	540	9	25		
18CrMo4		11	1130÷1420	880	8	25		
	11	25	835÷1130	590	9	30	207	140÷207
	25	50	735÷980	540	10	30		
12NiCr3		11	735÷1030	490	12	32,5		
	11	25	590÷880	390	13	35	179	131÷200
	25	40	540÷785	340	14	35		
16CrNi4		11	1080÷1470	835	9	30		
	11	25	880÷1195	640	10	32,5	225	145÷207
	25	40	785÷1080	590	10	32,5		
	40	60	735÷980	540	11	32,5		
20CrNi4		11	1275÷1510	980	8	27		
	11	25	1030÷1325	835	9	27,5	240	155÷207
	25	50	930÷1180	735	9	27,5		
	50	100	835÷1080	645	10	27,5		
16NiCrMo2		11	980÷1375	685	9	27,5		
	11	25	735÷1030	490	10	30	225	140÷179
	25	50	590÷885	440	11	32		
20NiCrMo2		11	1175÷1570	930	9	27,5		
	11	25	885÷1225	640	10	30	231	149÷194
	25	40	785÷1080	590	10	30		
	40	60	685÷980	490	11	32		
18NiCrMo5		11	1225÷1520	980	8	30		
	11	25	1030÷1325	785	9	32,5	240	149÷207
	25	40	930÷1230	735	9	32,5		
	40	100	785÷1080	590	10	35		
18NiCrMo7		11	1225÷1520	980	8,5	30		
	11	25	980÷1325	735	9	35	240	149÷207
	25	40	885÷1780	640	10	35		
	40	100	689÷980	490	11	35		
16NiCrMo12		11	1225÷1520	980	8	32,5		
	11	25	1130÷1500	835	9	35		
	25	40	1030÷1325	735	10	37	250	191÷237
	40	100	930÷1275	685	10	40		
	100	150	835÷1130	635	11	40		

(1) A richiesta, collaudo su pezzo fuc. o stamp. avente Ø o spess. compreso tra i valori del barrot. (2) Ricottura di addolcim. (3) Ricottura per ottenere struttura a durezza controllata.

Acciaio da nitrurazione in prodotti fucinati o stampati

Prodotti finiti fucinati o stampati ottenuti da lingotti o semilav., anche da colata continua di acc. legato spec. da nitrurazione

Composizione chimica percentuale (analisi di colata)

Tipo di acciaio	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Al (2)	P max
31CrMo12	0,29÷0,34	0,15÷0,40	0,40÷0,70	2,80÷3,20	0,30÷0,40	-	- -	0,030
31CrMoV10	0,29÷0,34	0,15÷0,40	0,40÷0,70	2,30÷2,80	0,30÷0,40	0,10÷0,20	- -	S max
34CrAlMo7	0,31÷0,36	0,20÷0,50	0,50÷0,80	1,50÷1,80	0,25÷0,40	- (1)	0,80÷1,20	0,035
41CrAlMo7	0,38÷0,43	0,20÷0,50	0,50÷0,80	1,50÷1,80	0,25÷0,40	- (1)	0,80÷1,20	

(1) A richiesta con V=0,10-0,20%.
(2) Con Al=0,30-0,50, HV sul nitrurato. Accompagnare l'ordine con disegno, dimens. e tolleranze

Caratteristiche meccaniche

Tipo di acciaio	Diametro o spessore oltre	fino a	R N/mm²	Rp 0,2 min N/mm²	A min %	KCU min J	Durezza max HB dopo ric. di add.	min HV delle superf. nitr.
31CrMo12		16	1080÷1275	880	10	24,5	248	700
	16	40	1030÷1225	835	10	29,5		
	40	100	980÷1180	785	11	29,5		
	100	160	930÷1130	735	12	29,5		
	160	250	880÷1080	685	12	29,5		
31CrMoV10		16	1030÷1225	835	12	34,5	240	750
	16	40	930÷1080	785	13	31,5		
	40	100	885÷1030	735	14	32,0		
	100	160	835÷980	710	15	32,0		
34CrAlMo7		70	785÷930	590	14	24,5	248	900
41CrAlMo7		100	930÷1130	735	12	19,5	262	950
	100	160	835÷980	640	14	22,5		

Prescrizioni concernenti	Tipi di fornitura: anal. chim. 1	1c	temp. Jom. 2	2c	caratteristic. meccaniche 3	3c	4	4c	5
La composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o
La dur. allo stato di ricott. di addolc.		o		o		o		o	
Le caratt.mecc.su barrotto bonif. 16 mm					o	o			
Sezione determinante bonificata							o	o	
Prod. bonif. alle dimens. di fornitura									o
La temprabilità Jominy			o	o					

Tipo di acc.	Fucinatura °C	Normaliz. °C	Ric. add. °C	Nitruraz. °C °
31CrMo12	1100÷900	890÷920	650÷700	490÷520
31CrMoV10	1100÷900	880÷910	650÷700	490÷520
34CrAlMo7	1050÷850	910÷950	650÷700	500÷530
41CrAlMo7	1050÷850	900÷930	650÷700	500÷530

°La durata di nitrur. dipende dal lo spess. dello strato nitrurato. Salvo diverso accordo, per toll. e sovram. vedi: UNI 7486 - tondi, quadri, esag.,piatti. UNI 7731- anelli fuc. senza sald. UNI 7732-anelli da piatti fuc. e sald. UNI 7735 manic. senza sald. UNI 6324, pezzi stamp. Esempio designazione tondo fuc. Ø 40, toll. UNI 7486, acc. 31CrMoV10, fornit. 3c:
Tondo 40 UNI 7486 - 31CrMoV10 - 3c UNI 8552

Acciaio da tempra superficiale in prodotti fucinati o stampati

Prodotti finiti fucinati o stampati allo stato bonif. o normalizz. ottenuti da lingotti o semilavor. anche da colata cont., di acc. non legato o legato spec. per tempra superf. (a induz. o alla fiamma).

Tipo di acciaio		C	Mn	Si	Cr	Ni	Mn	
non legati	C 36	0,35÷0,39	0,50÷0,80	0,15÷0,40	(1)	(1)	(1)	P max 0,030 S max 0,025 (2)
	C 43 (3)	0,40÷0,46	0,50÷0,80	0,15÷0,40				
	C 46	0,43÷0,49	0,50÷0,80	0,15÷0,40				
	C 48 (3)	0,45÷0,52	0,50÷0,80	0,15÷0,40				
	C 53	0,50÷0,57	0,50÷0,80	0,15÷0,40				
legati	45Cr2	0,42÷0,48	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,40÷0,60			
	38Cr4	0,34÷0,41	0,60÷0,90	0,15÷0,40	0,90÷1,20			
	37CrMn4 (3)	0,33÷0,40	0,80÷1,10	0,15÷0,40	0,90÷1,20			
	41CrMo4 (3)	0,38÷0,44	0,75÷0,95	0,15÷0,40	0,90÷1,20		0,15÷0,25	
	40NiCrMo3 (3)	0,37÷0,43	0,50÷0,80	0,15÷0,40	0,70÷1,00	0,70÷1,00	0,15÷0,25	

(1) Eventuali valori max di Cr, Ni Mo e Cu da concordare. (2) A richiesta con S controllato. (3) A richiesta con Pb 0,15-0,25%.

Tipo di acciaio	Lavor. plastica a caldo °C	Ricott. di addolcim. °C	Normalizzazione (4) °C	Bonifica: Tempra (4) (5) °C	Bonifica: Rinvenim. (6) °C
C 36	1150÷850	650÷700	860÷880	840÷880	550÷660
C 43	1100÷850	650÷700	840÷860	840÷880	550÷660
C 46	1100÷850	650÷700	840÷860	820÷860	550÷660
C 48	1050÷850	650÷700	830÷850	805÷845	550÷660
C 53	1050÷850	650÷700	830÷850	805÷845	550÷660
45Cr2	1100÷850	680÷720	850÷890	830÷870	550÷660
38Cr4	1100÷850	680÷720	850÷890	830÷870	550÷660
37CrMn4	1100÷850	680÷720	830÷870	820÷860	550÷660
41CrMo4	1100÷850	680÷720	840÷880	820÷860	540÷680
40NiCrMo3	1100÷900	640÷680	850÷880	830÷860	540÷660

(4) Durata perman. a temp. sufficiente perché la trasformaz. della struttura dell'acciaio sia completa in tutta la massa del pezzo (5) Scegliere il mezzo di tempra in relaz. alla comp. chim. dell'acciaio e alle dimens. del pezzo (6) Durata del rinven.: almeno 1h a temp. La temp. va scelta nell'intervallo indicato per ottenere le caratt. mecc. indicate. Il raffredd. della temp. di rinv. deve essere il più rapido possibile in relaz. alle dimens. del pezzo.

Prescrizioni concernenti	Tipo di fornitura: 1	1c	1e	2	2c	2e	3	3c	3e
La composizione chimica	o	o	o	o	o	o	o	o	o
La temprabilità Jominy				o	o	o			
La durezza dopo ricottura di addolcimento		o			o			o	
La durezza dopo trattamento per ottenere struttura a durezza controllata per migliorare la lavorabilità o dopo ricottura di coalescenza			o			o			o
Le caratteristiche meccaniche sul normalizzato o sul bonificato							o	o	o

Esempio di design. tondo fucinato Ø 300, lungh. 3000, toll. e sovramet. UNI 7486, acc. C53, bonifica to, fornitura 3c:
Tondo 300x3000 UNI 7486 C53 TF-3c UNI 8551

segue

segue: Acciaio da tempra superficiale in prodotti fucinati o stampati

Fornitura - Questi prodotti vengono, di regola, forniti allo stato bonificato o normalizzato, per essere poi, dopo la lavorazione delle zone da indurire, sottoposti al trattamento di tempra superficiale.
Son pertanto caratterizzati dalla capacità dell'acciaio a sopportare l'urto della tempra superfic. senza subire fessurazioni od altri difetti nella zona interessata alla tempra.
Salvo diverso accordo, per tolleranze e sovrammetalli vedere UNI 7486 tondi, quadri, esagoni e piatti. UNI 7731 anelli fucinati senza saldatura. UNI 7732 anelli da piatti fucinati e saldati. UNI 7733 dischi fucinati. UNI 7734 dischi forati fucinati. UNI 7735 manicotti senza saldatura. UNI 6324 pezzi stampati.

Tipo di acciaio (7)		Spessore Ø >	Spessore (8) ≤	R N/mm²	Rp0,2 min N/mm²	A min % (9) L	A min % (9) T	A min % (9) Q	KCU min J (9) L	KCU min J (9) T	KCU min J (9) Q	HRC min (10)	Durezza HB max (11)	Durezza HB ricott. di (12)	Durezza HB ricott. di (13)
C 36	TD	100	16	560÷685	295	16	–	–	30	–	–	51	210	165	145÷197
			250	520÷650	265	20	17	14	20	15	–				
	TF	100	16	640÷765	420	18	–	–	35	–	–				
			250	600÷725	350	21	19	16	25	20	15				
C 43	TD	100	16	620÷755	310	14	–	–	20	–	–	54	220	180	155÷205
			250	570÷705	290	17	15	12	12	–	–				
	TF	100	16	690÷815	470	15	–	–	25	–	–				
			250	640÷765	400	19	17	14	15	–	–				
C 46	TD	100	16	650÷785	325	13	–	–	20	–	–	55	230	190	165÷223
			250	620÷755	295	16	14	11	12	–	–				
	TF	100	16	700÷840	490	14	–	–	25	–	–				
			250	675÷805	430	17	15	12	15	12,5	–				
C 48	TD	100	16	675÷815	355	12	–	–	15	–	–	56	238	200	165÷223
			250	650÷785	305	15	12	10	15	–	–				
	TF	100	16	730÷865	520	13	–	–	20	–	–				
			250	695÷825	400	16	14	10	20	–	–				
C 53	TD	100	16	700÷840	345	11	–	–	15	–	–	57	245	210	–
			250	675÷810	315	14	11	9	10	–	–				
	TF	100	16	765÷915	525	12	–	–	20	–	–				
			250	725÷865	410	15	13	–	15	–	–				
45Cr2	TF	100	16	880÷1080	640	12	–	–	20	–	–	57	235	190	–
			250	675÷820	430	16	15	12	25	20	15				
38Cr4	TF	100	16	930÷1130	740	12	–	–	20	–	–	52	235	200	—
			250	610÷755	420	13	12	10	25	20	20				
37CrMn4	TF	100	16	880÷1080	685	12	–	–	30	–	–	52	230	195	170÷215
			250	685÷835	520	15	13	12	35	30	25				
41CrMo4	TF	100	16	1080÷1280	885	10	–	–	25	–	–	55	235	195	185÷240
			250	740÷885	540	14	13	12	25	20	15				
40NiCrMo3	TF	100	16	1030÷1230	835	10	–	–	35	–	–	54	240	220	190÷245
			250	735÷980	540	13	12	10	30	25	–				

(7) Stato di fornitura o di trattamento termico del barrotto di riferimento: TD = Normalizzato. TF = bonificato. (8) Spessori o diametri fino a 16 e da 100 a 250 mm, la norma UNI da i valori fino ad oltre 1000 mm. (9) Per provette prelevate in senso: L = longitudinale. T = tangenziale. Q = trasversale.
(10) Durezza superficiale nelle zone sottoposte a tempra superf.
(11) Prova su materiale allo stato ricotto.
(12) Ricottura di coalescenza.
(13) Ricottura per l'ottenimento di una struttura ad un intervallo determinato di durezza.

Metalli duri sinterizzati "Sinterloy"

Produttore: Sinterloy S.p.A. Via Bairo 6 Castellamonte (TO)

Il carburo sinterizzato é il metallo più duro prodotto dall'uomo. Essendo un fatto acquisito che le parti costruite in acciaio sono soggette a rapida usura o si rivelano inadatte all'impiego in condizioni di lavoro estremamente severe, sarà interessante per il tecnico un confronto fra le rispettive proprietà dell'acciaio e dei carburi metallici.

- Durezza: il più basso grado di durezza dei carburi metallici si avvicina molto alla durezza massima degli acciai per utensili.

- Resistenza all'usura: valutabile a cento volte a quella dell'acciaio.

- Resistenza al logorio e alla grippatura: carburi di tungsteno e tantalio resistono al logorio e alla "saldatura fredda" dovuta allo sfregamento.

- Rigidità: tre volte superiore a quella dell'acciaio.

- Resistenza alla compressione: molto più elevata di qualsiasi altro metallo.

- Resistenza a caldo: quasi inalterata fino a 870°C.

- Resistenza all'ossidazione e alla corrosione: può essere impiegato per lunghi periodi di tempo fino a 600°C e in diversi ambienti corrosivi.

- Resilienza: paragonabile a quella degli acciai temperati.

- Massa volumica: maggiore da 1,5 a 2 volte di quella dell'acciaio.

- Dilataz. term. lin.: varia da 1/3 a 1/2 di quella dell'acciaio.

- Resistenza a rottura: uguale o superiore a quella dell'acciaio.

- Stabilità dimensionale: eccellente; migliori proprietà alle basse temperature.

Applicazioni	Classificazione Sint.	Classificazione ISO	Durezza Rockwell A	Durezza Rockwell C	Massa volumica kg/dm³	Resist. rottura trasv. N/mm²	Fattore resist. all'abrasione *	Modulo elast. E N/mm²	Resist. compressione N/mm²	Coeff. dilataz. 22 700°C Cx10⁻⁶
** Parti soggette ad usura stampi ed organi meccanici	H 35	K 01	92,6	81,2	15,25	1370	7,0	661900	4480	2,7
	H D	K 10	92,5	80,6	15,00	1725	4,0	651550	4755	2,9
	H 2S	K 10	92,0	80,0	15,14	1650	5,5	655005	4687	2,8
	H 1S	K 20	91,6	79,0	14,96	1785	7,0	648110	4795	3,0
	H B1	K 30	90,6	77,0	14,64	2060	12,0	606735	4480	3,1
	H B2	K 40	89,4	74,8	14,20	2480	35	544690	4128	3,4
Stampi	H B3	K 45	87,3	71,6	14,04	2755	60	530890	3960	3,6
	H B4	K 50	85,0	67,0	13,55	2645	115	496410	3715	3,8
	H B5	K 60	83,5	64,0	13,15	2480	140	461950	3510	4,1
Parti soggette ad urti	B 56	K 30	89,2	74,4	14,60	2345	20	634315	4195	3,1
	B 53	K 40	88,5	73,0	14,48	2550	31	579160	4305	3,2
	B 51	K 45	88,4	72,8	14,42	2645	36	572265	4235	3,3
	B 50	K 45	88,0	72,0	14,31	2685	42	565370	4130	3,4
Resist. al logorio per sfregamento per stampi e parti soggette ad usura.										
Parti soggette ad usura	S AA	-	91,1	78,2	14,76	1580	11	596045	4415	3,7
	S 47	P 40	90,0	76,0	14,27	2060	28	537785	4195	3,2
	S 50	P 50	89,2	74,4	14,08	1990	28	524000	4130	3,9
Stampi	H T4	K 50	85,0	67,0	13,45	2620	115	482635	3785	4,0
	H T5	K 60	83,5	64,0	13,05	2480	140	455060	3620	4,3
Qual. al carb. di titanio (dens. ridotta - resistenza al grippaggio e alte temper.)										
Parti di usura e organi mecc.	T 80	P 01	93,0	81,4	5,65	1370	45	448155	3440	4,4
	T 60	P 10	91,9	79,8	5,72	1550	60	379215	3650	4,7
** Qualità resistenti all'abrasione. * Più basso é il valore, maggiore risulta la resistenza all'abrasione. (ASTM B611 - 76 - 20 kg).										
Acciai per comparazione	al carbonio		≤ 79	≤ 57	7,8	1370	≈ 300	205940	2060	8,2
	da utensili		≤ 87	≤ 71	8,7	3440	150	205940	3440	7,1
	al Co,Cr,W.		≤ 83	≤ 63	8,6	2060	230	289580	2755	7-9

segue

segue: Metalli duri sinterizzati "Sinterloy"

Tolleranze dimensionali -

Nei carburi metallici, le toller. molto ristrette, benché possibili risultano ovviamente più costose del solito. Raccomandiamo pertanto, quando possibile, l'uso delle seguenti toll. stand. per oggetti non rettificati:

fino a 10 mm +0,3 -0
oltre 10 fino a 25 mm +0,5 -0
" 25 " 30 mm +0,8 -0
" 50 " 300 mm ±0,2 ogni10

Le toll. stand. dei pezzi rettificati é normalmente ± 0,025.

Tolleranze di planarità -
pezzi non rettif. 0,15 su 25 mm con errore max tollerato di 0,40 su qualsiasi lungh.fino a 150 mm.

Finitura superficiale -
pezzi non rettif. ~ 0,7 µm
" rettificati ~0,45 µm
" lappati ~0,25 µm

Dimensioni e forme -
Dalle sfere per penne con Ø 0,7 a 1 mm, alla maggior parte dei pezzi con dimens. fino a 7 - 8 cm fino ad oggetti lunghi oltre 2 m e Ø di 300 mm. Con procedimenti di stampaggio idrostatici e ad estrusione il pezzo stampato viene lavorato in forme di sorprendente complessità.

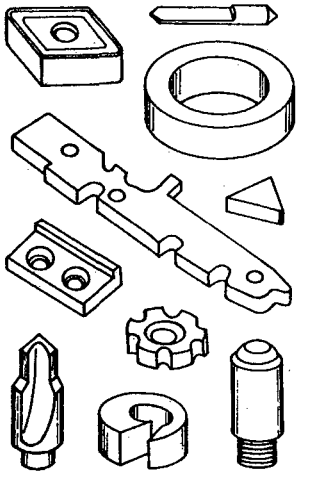
Guida alla progettazione -
Nel progettare parti in metallo duro attenersi a queste regole:
- Dare un adeguato supporto, di acciaio o altro metallo, al metallo duro, quando questi sia soggetto ad urti violenti o alte sollecitazioni meccaniche. Evitare tensioni, come intagli e brusche variazioni di forma e dimensionali.

Tener conto della dilatazione termica assai inferiore nei metalli duri rispetto ad altri metalli.

Questo determina accorgimenti particolari da prendere nei metodi di fissaggio del metallo duro tramite brasatura, resine epossidiche, fissaggi meccanici.
Queste regole particolari, ma comuni nelle lavorazioni meccaniche non essendo possibile esporle in questa breve esposizione, possono essere ottenute richiedendo alla ditta Sinterloy il fascicolo "Come progettare con il metallo duro"

Il metallo duro viene ormai comunemente usato nel campo della meccanica e nei settori: chimico, petrolifero, aeronautico, tessile, minerario, navale, alimentare, elettronico, nucleare, nelle industrie del marmo, legno, plastica, componentistica, ecc.

Non essendo possibile elencare la grande varietà di prodotti fabbricabili, ci limitiamo ai più noti:



Placchette normalizzate, barrette, lame, inserti per utensili, cilindretti, dischi, nuclei per trafile, mandrini, matrici per stampaggio, punzoni per estrusioni, inserti per stampi di tranciatura, rulli da taglio, calibri, cilindri per laminatoio, ugelli, dentelli per seghe circolari, boccole antiusura, scivoli per scorrimento fili, trafile per mattoni, stampi per refrattari e ceramiche ecc. Qualsiasi pezzo meccanico su disegno dell'utilizzatore.

Ghise grigie per getti

Questa norma si applica alle ghise grigie per getti colati in forme di sabbia o in forme di diffusibilità termica comparabile.
Il metodo di elaborazione e la composizione chimica sono lasciati alla scelta della fonderia che deve garantire la conformità del materiale ordinato alle esigenze definite in questa norma.

Proprietà meccaniche delle provette da saggi colati a parte.

Qualità	100	150	200	250	300	350
Rm min N/mm²	100	150	200	250	300	350

Proprietà meccaniche probabili dei getti (a titolo informativo)

Qualità	100	150	200	250	300	350
Spessore parete	Probabile res. a traz.					
2,5÷10	120	155	205	-	-	-
> 4÷10	-	-	-	250	-	-
>10÷20	90	130	180	225	270	315
>20÷30	-	115	160	205	245	290
>30÷50	-	105	145	185	225	270

Proprietà meccaniche delle provette ricavate da saggi colati attaccati ai getti.

Qualità	100	150	200	250	300	350
Spessore parete	Res. a traz. saggio attacc. al getto Rm(N/mm²)					
>20÷40	-	120	170	210	250	290
>40÷80	-	110	150	190	220	260
>80÷150	-	100	140	170	210	230
>150÷300	-	90	130	160	190	210
	Resist. a trazione nel getto Rm min (N/mm²)					
>20÷40	-	110	155	195	240	280
>40÷80	-	95	130	170	210	250
>80÷150	-	80	115	155	195	225

Ø del saggio di prova = 30 mm per spess. 20 a 80. 50 mm sp. 80÷300.
I valori delle durezze Brinell devono corrispondere a queste indicazioni:

Classe di durezza	Gamma durezza dei getti (HB)
H 145	170 max
H 175	150 ÷ 200
H 195	170 ÷ 220
H 215	190 ÷ 240
H 235	210 ÷ 250*
H 255	230 ÷ 280*

* I getti con massa < di 200 kg e spessore parete < di 20 mm.

Se la ghisa grigia deve essere utilizzata per applicazioni speciali, la sua composizione chimica e il suo trattamento termico possono essere oggetto di un accordo tra la fonderia e il cliente.

Correlazione tra durezza e resistenza a trazione.
Il fattore RH, stabilito con relazioni empiriche tra durezza e resistenza, é chiamato durezza relativa. Tale valore varia tra 0,80 e 1,20. A causa di queste variazioni, é difficile stabilire dei limiti precisi, in quanto dipendono dalla materia prima, dal processo di fusione e dalla elaborazione metallurgica reale. Ogni fonderia può pertanto indicare la durezza e la corrispondente resistenza a trazione. La seguente tabella dà, per differenti resistenze a trazione, la probabile durezza HB per fattori RH da 0,8 a 1,2

Rm N/mm² \ RH	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	Durezza Brinell (HB)				
80	82	92	102	112	122
100	93	105	116	128	140
120	105	118	131	144	157
140	116	131	145	160	174
160	129	144	160	176	192
180	139	157	174	192	209
200	150	169	188	206	225
220	157	177	196	216	236
240	164	185	205	226	247
260	171	192	214	235	257
280	178	200	223	245	267
300	185	208	231	255	278
320	192	216	240	264	288
340	199	224	249	274	298
360	205	232	258	283	309
380	213	240	266	293	320
400	220	248	275	303	330

Gamma di durezze Brinell previste nei differenti spessori di parete

classe \ Spessore di parete in mm	2,5	5	10	20	40
350					280÷200
300				280÷200	255÷180
250			280÷200	250÷180	235÷160
200		≤280	260÷170	230÷150	210÷135
150		260÷170	225÷140	205÷125	185÷110
100		<210	<185	<170	<160

Es. design.: Ghisa grigia UNI-ISO 185-200

Ghisa malleabile (da UNI-ISO 5922)

Ghisa malleabile colata in forme di sabbia o in forme a diffusione equivalente. Lega ferro-carbonio che subisce un trattam. termico e si solidifica allo stato grezzo di colata con una struttura esente da grafite (carbonio totalmente allo stato combinato sotto forma di cementite). I due gruppi sono differenziati per la composizione chimica, la temperatura e la durata del ciclo di ricottura, per l'atmosfera della ricottura, e per le proprietà e la microstruttura che si ottengono.

Caratteristiche meccaniche

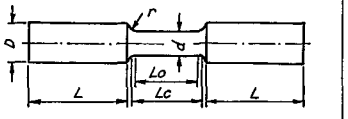
Designazione	Ø pr. (1)	R min N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A3 min %	HB	Confr. prec. norma
Ghisa a cuore bianco (W)						
W 35 - 04	9 12 15	340 350 360	- - -	5 4 3	230 max	GMB 35
W38-12 (2)	9 12 15	320 380 400	170 200 210	15 12 8	200 max	-
W 40 - 05	9 12 15	360 400 420	200 220 230	8 5 4	220 max	-
W 45 - 07	9 12 15	400 450 480	230 260 280	10 7 4	220 max	GMB 45
Ghisa a cuore nero (B) e perlitica (P)						
B30-06(3)	12 o 15	300	-	6	150 max	-
*B32-12		320	190	12	150 max	-
B35-10		350	200	10	150 max	GMN 35
P45-06		450	270	6	150-200	GMN 45
*P50-05		500	300	5	160-220	GMN 50
P55-04		550	340	4	180-230	GMN 55
*P60-03		600	390	3	200-250	-
P65-02		650	430	2	210-260	GMN 65
P70-02(4/5)		700	350	2	240-290	GMN 70
*P80-01(4)		800	600	1	270-310	-

Tipi W: a piccola sezione = ferrite (+perlite+grafite di ricottura). A grossa sezione, zone: Superficiale = ferrite. Intermedia = perlite+ferrite+grafite di ricottura. A cuore = perlite (+ferrite) +grafite di ricottura.
Tipi B: matrice essenzialmente di ferrite.
Tipi P: matrice di perlite e altri prodotti di trasform. dell'austenite, grafite sotto forma di noduli di carbonio di ricottura.

* Possibilmenta da non utilizzare (destinate ad essere soppresse).

(1) Per la ghisa W, il Ø della provetta deve corrispondere il più possibile allo spessore dei pezzi. Tutte le qualità di ghisa W, possono essere saldate con metodo appropriato. (2) La W 38-12 é preferibile per assemblaggi dove é richiesta resistenza, senza trattam. term. successivo. (3) Usata in applicazioni dove la tenuta é più importante di un alto grado di resist. e duttilità. (4) Tempra ad olio e rinvenim. (5) Se trattata con tempra ad aria e rinvenim., Rp 0,2 deve essere almeno di 400 N/mm². Scostamenti per quote senza indicazione di tolleranza e sovrammetalli, vedi UNI 7451.

Provette di trazione



Ø d ± 0,7	Sez. So mm	Ø D	L	Lo	Lc	r
9	63,6	13	40	27	30	6
12	113,1	16	50	36	40	8
15	176,7	19	60	45	50	8

Per macchine tessili, agricole, per costruzioni ferroviarie, automobilistiche, motociclistiche, dispositivi frenatura ferroviaria, nuclei per ponteggi, morsettiere linee elettriche, valvolame per acqua, raccordi tubazioni, piccoli elementi di macchine, ecc.
Esempio di design. ghisa a cuore bianco con R min 400 N/mm², allungamento A min del 5% quando sono misurati su provetta Ø 12 mm:
W40-05 UNI-ISO 5922.

Getti di ghisa bianca resistenti all'usura

Getti di ghisa bianca non legata e basso legata, legata al nichel-cromo ed alto legata al cromo, resistenti all'usura. Rif. UNI 8845

Composizione chimica percentuale

Qualità	C*	Mn	Si	S max	P max	Cr	Mo	Ni
GB O	2,7÷3,9	0,2÷0,8	0,4÷1,5	0,15	0,70	-	-	-
GB L	2,7÷3,9	0,2÷0,8	0,4÷1,5	0,15	0,70	0,2÷2,0	0,1÷1,0	0,3÷3,0
GB NiCr 4 2 AC•	3,0÷3,6	1,3 max	0,8 max	0,15	0,30	1,4÷4,0	1,0 max	3,3÷5,0
GB NiCr 4 2 BC•	2,5÷2,9	1,3 max	0,8 max	0,15	0,30	1,4÷4,0	1,0 max	3,3÷5,0
GB CrNi 9 5	2,5÷3,6	1,3 max	1,0-2,2	0,15	0,10	7,0÷11,0	1,0 max	4,0÷6,0
GB Cr 12	2,4÷3,5	0,5÷1,5	1,0 max	0,06	0,10	11,0÷15,0	0÷1,0	0,5max°
GB CrMo 15 3	2,4÷3,5	0,5÷1,5	1,0 max	0,06	0,10	14,0÷18,0	2,0÷3,5	1,5max°
GB Cr 20	2,4÷3,5	0,5÷1,5	1,0 max	0,06	0,10	18,0÷23,0	0,5 max	1,5max°
GB CrMoNi 20 2 1	2,3÷3,2	0,5÷1,5	1,0 max	0,06	0,10	18,0÷23,0	0,5÷2,5	0,5÷1,5
GB Cr 25	2,3÷3,0	0,5÷1,5	1,0 max	0,06	0,10	23,0÷28,0	0÷2,5	1,5max°

* La tenacità e la resistenza agli urti ripetuti aumentano con la diminuzione della percentuale di carbonio. Generalmente la resistenza all'usura per abrasione aumenta direttamente con l'aumentare della percentuale di carbonio. ° Il nichel può essere parzialmente o totalmente sostituito con il rame.

• AC = alto carbonio; BC = basso carbonio

Struttura e valori di durezza Brinell

Struttura	Qualità	Getti grezzi colati sabbia	Getti grezzi colati conch.	Getti tempr.	Getti bonif.
Cementite e perlite	GB O	350	500	-	-
" " " fine	GB L	400	600	-	-
Cementite martensite	GB NiCr 4 2 AC	550	600	-	-
austenitica residua	GB NiCr 4 2 BC	550	600	-	-
Carburi complessi (1)	GB CrNi 9 5	550	500	600	400
Carburi complessi	GB Cr 12	550	-	600	400
martensite e/o	GB CrMo 15 3	550	-	600	400
austenite	GB Cr 20	450	-	600	400
costituenti	GB CrMoNi 20 2 1	450	-	600	400
intermedi	GB Cr 25	450	-	600	400

(1) Carburi complessi austenite martensite, costituenti intermedi.

Stato di fornitura: - grezzi di colata; - distesi; - rinvenuti; ricotti per facilitare le operazioni meccaniche; - temprati; bonificati (temprati e rinvenuti)

Alcuni settori di utilizzazione.

- Industria del cemento, sfere e cilindretti di macinazione, rivestimenti interni di mulini, rulli di macinazione, pompe per fango.

- Industria del carb. e del coke, cilindri di frantumaz., piastre di usura, rivestim. per tramogge e per scivoli, piste di macinaz. e sfere per produzione polverino.

- Industria alimentare, piastre di mulino, cilindri di schiacciamento per cereali, cilindri di mulino per l'industria olearia.

- Industria dei minerali, corazze per mulini a sfere e sfere di macinazione, mascelle per frantoi.

-Industria siderurg. e metalmecc. cilindri di lavorazione dei metalli a freddo e a caldo, guide di laminatoi, pale e corazze per sabbiatrici. Rivestimenti per condotte di scarico di altoforno, campane piccole di altoforno.

- Industria miner., campane oscillanti di frantoi, rivestimenti e corazze per mulini a sfere, a martelli e a cilindretti, giranti di pompe per ganga, parti di macchine per flottazione.

Esempio di designazione di un getto di ghisa bianca GB Cr 12:

Getto di ghisa UNI 8845 GB Cr 12

Ghisa grigia non legata per getti colati in sabbia (da UNI 5330)

Ghisa grigia non legata a grafite lamellare, utilizzata nell'industria automobilistica (esclusi i getti centrifugati o colati in conchiglia) I getti sono classificati in base alla loro durezza.

Categoria			Getti leggeri e sottili	Getti di massa e spessori medi	Getti pesanti con grandi spessori	Getti molto pesanti con spessori molto grandi
Diametro * (massività)			15	30	60	90
Spessore di parete			3,5÷7,5	>7,5÷15	>15÷30	>30-50
Tipo	HB		Valori in funzione della categ. e della durata			
Gh 130	130-180	R	•	98	98-147	98-196
		E	•	•	68,6-88,2	68,6-107,8
Gh 170	170-220	R	98	98-245	147-245	147-245
		E	68,6	68,6-107,8	88,2-117,7	107,8-127,5
Gh 190	190-240	R	98-196	196-295	245-295	245-295
		E	68,6-98	78,5-117,7	107,8-127,5	127,5
Gh 210	210-260	R	147-295	245-345	295-345	295-345
		E	68,6-107,8	107,8-127,5	127,5	••
Gh 230	230-280	R	245-345	295-345	345	
		E	98-117,7	117,7-127,5	••	••

E = modulo elastico longitudinale (all'origine) in $N/mm^2 \times 10^3$.

R = carico unitario di rottura a trazione in N/mm^2.

** = diametro dei getti prevalentemente cilindrici in mm.*

• Non ottenibile dalla normale ghisa meccanica allo stato grezzo di fusione, ma con un trattamento di ricottura di ferritizzazione.

•• Ottenibile con un trattamento di bonifica oppure con aggiunta di elementi leganti.

La durezza Brinell (HB) che é servita come base per la presente classificazione dei getti, dipende, oltre che dalla qualità della ghisa grigia usata dalla fonderia anche dalla velocità di raffreddamento e cioé: dalla temperatura di colata, dal materiale di formatura, dal rapporto volume/superficie, dalla forma e dalla massa del getto e soprattutto dallo spessore di parete.

I valori del carico unitario di rottura a trazione R e il modulo di elasticità longitudinale e (all'origine) ottenibili sui getti in relazione alla durezza Brinell sono stati tabulati dal diagramma di A. Collaud.

I getti risultano suddivisi in quattro categorie di massività caratterizzate da barre di diversi diametri e da getti con un intervallo di spessore, in cui la velocità di raffreddamento é confrontabile con quella delle barre cilindriche.

Tuttavia i getti presentano una tale diversità di forme da rendere in pratica, difficile prevedere esattamente la velocità di raffreddamento; per conseguenza, si può solo valutare approssimativamente la categoria di massività che loro compete.

Pertanto i valori di R e di E non sono impegnativi, ma sono dati solamente a titolo di direttiva per la scelta dei getti.

Esempio:

Un getto di massività praticamente equivalente ad una barra piena di 60 mm di diametro, avente cioé spessore di parete maggiore di 15 fino a 30 mm, viene ordinato sotto la classe Gh 170.

La tabella indica che la resistenza a trazione sarà di almeno 147 N/mm^2 e che il modulo di elasticità sarà almeno di 84300 N/mm^2.

Getti con prescrizioni quì non considerate devono essere concordate col fornitore.

Ghisa a grafite sferoidale per getti

La ghisa a grafite sferoidale é una lega di fonderia a base di ferro e di carbonio in cui quest'ultimo elemento si presenta principalmente allo stato di particule di grafite sferoidale di forma VI indicata dalla ISO 945.
Le proprietà della ghisa a grafite sferoidale dipendono in particolare della forma della grafite e della struttura della matrice.
la presente norma tratta della classificazione delle ghise a grafite sferoidale secondo le caratteristiche meccaniche del materiale, che sono divise in due tipi:
- Caratteristiche meccaniche misurate su provette ricavate su saggi colati a parte.
Queste qualità riguardano i getti colati in forme di sabbia o in forme di diffusività termica comparabile; altri procedimenti se concordati; escluso la colata continua.

Caratteristiche meccaniche misurate su provette ricavate da saggi colati a parte.

Qualità	Rm min N/mm²	Rp0,2 min N/mm²	A min %	Durezza Brinell HBS	(1)
900-2	900	600	2	280÷360	(2)
800-2	800	480	2	245÷335	(3)
700-2	700	420	2	225÷305	P
600-3	600	370	3	190÷270	P+F
500-7	500	320	7	170÷230	F+P
450-10	450	310	10	160÷210	F
400-15	400	250	15	130÷180	F
400-18	400	250	18	130÷180	F
350-22	350	220	22	≤150	F

Valori di resilienza su provette ricavate da saggi colati a parte.

Qualità	At 23°C a	At 23°C b	At -20°C a	At -20°C b	At -40°C a	At -40°C b
400-18	14	11	-	-	-	-
400-18L	-	-	12	9	-	-
350-22	17	14	-	-	-	-
350-22L	-	-	-	-	12	9

L = valore di resilienza garantita a basse temperature.
a = valore medio su tre prove.
b = valore individuale.

(1) = costituenti predominanti della struttura.
(2) = Bainite o Martensite rinv.
(3) = Perlite o strutt. di rinv.
P = Perlite. F = Ferrite.

- Caratt. mecc. misurate su provette colate attaccate ai getti.
Si applicano normalmente a getti i cui spessori sono compresi fra 30 e 200 mm e la cui massa unitaria é maggiore di 2000 kg.

Caratteristiche meccaniche su provette ricavate da saggi attaccati ai getti.

Qualità	Spessore e mm	Rm min N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A min %	Durezza Brinell HBS	(1)
700-2A	30<e≤ 60	700	400	2	220 320	P
	60<e≤200	650	380	1		
600-3A	30<e≤ 60	600	360	2	180 270	P+F
	60<e≤200	550	340	1		
500-7A	30<e≤ 60	450	300	7	170 240	F+P
	60<e≤200	420	290	5		
400-15A	30<e≤ 60	390	250	15	130 180	F
	60<e≤200	370	240	12		
400-18A (*)	30<e≤ 60	390	250	15	130 180	F
	60<e≤200	370	240	12		
350-22A	30<e≤ 60	330	220	18	150	F
	60<e≤200	320	210	15		

A = su provette attaccate ai getti.
(*) = valori di resilienza garantiti.

Valori di resilienza su provette ricavate da saggi attaccati ai getti.

Qualità	Spessore e mm	At 23°C a	At 23°C b	At -20 a	At -20 b	At -40 a	At -40 b
400-18A	30<e≤ 60	14	11	-	-	-	-
	60<e≤200	12	9	-	-	-	-
400-18AL	30<e≤ 60	-	-	12	9	-	-
	60<e≤200	-	-	10	7	-	-
350-22A	30<e≤ 60	17	14	-	-	-	-
	60<e≤200	15	12	-	-	-	-
350-22AL	30<e≤ 60	-	-	-	-	12	9
	60<e≤200	-	-	-	-	10	7

Elaborazione, composizione e eventuale tratt. termico a scelta della fonderia che resta garante.

Esempi di designazione:
Ghisa a graf. sfer. UNI-ISO 1083-900-2.
Ghisa a graf. sfer. UNI-ISO 1083-700-2A.

Ghisa austenitica per getti (da UNI 7737)

Ghisa austenitica con grafite lamellare o sferoidale per produzione di getti. Sono ghise ad elevato tenore di elementi di lega nelle quali la matrice metallica é presente sotto forma di grafite lamellare oppure sferoidale. Possono essere presenti carburi particolarmente nei tipi con alto tenore di cromo. Le ghise con grafite sferoidale possiedono caratteristiche meccaniche superiori a quelle con grafite lamellare, come maggior resistenza al calore, alla corrosione e caratteristiche fisiche diverse rispetto a quelle con grafite lamellare aventi la stessa composizione. Questa norma non si applica per getti centrifugati o colati in conchiglia.

a) Ghisa aust. con graf. lamellare - Comp. chim., caratt. mecc. e fisiche

Designazione UNI 7737	Composizione chimica percentuale C max	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	R(1) N/mm²	Carico unit. resist. compr. N/mm²
L-NiMn 13 7	3,0	1,5-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	0,2 max	0,5 max	140-220	630-840
L-NiCuCr 15 6 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	1,0-2,5	5,5-7,5	170-210	700-840
L-NiCuCr 15 6 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	2,5-3,5	5,5-7,5	190-240	860-1100
L-NiCr 20 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,5 max	170-210	700-840
L-NiCr 20 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	0,5 max	190-240	860-1100
L-NiSiCr 20 5 3	2,5	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,5-4,5	0,5 max	190-280	860-1100
L-NiCr 30 3	2,5	1,0-2,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	0,5 max	190-240	700-910
L-NiSiCr 30 5 5	2,5	5,0-6,0	0,5-1,5	29,0-32,0	4,5-5,5	0,5 max	170-240	560
L-Ni 35	2,4	1,0-2,0	0,5-1,5	34,0-36,0	0,2 max	0,5 max	120-180	560-700

Designazione UNI 7737	A %	Modulo el. E GN/m²	Durezza Brinell HB	Massa volum. Mg/m³	Coeff.dil. 20÷200°C µm/(m·K)	Condutt. termica W/(m·K)	Calore specifico J/(g·K)	Resist. elettr. Q·mm²/m	Permeab. (2)
L-NiMn 13 7	-	70-90	120-150	7,3	17,7	37,7-41,9	0,46-0,50	1,4	1,02
L-NiCuCr 15 6 2	2	85-105	140-200	7,3	18,7	37,7-41,9	0,46-0,50	1,6	1,03
L-NiCuCr 15 6 3	1-2	98-113	150-250	7,3	18,7	37,7-41,9	0,46-0,50	1,1	1,05
L-NiCr 20 2	2-3	85-105	120-215	7,3	18,7	37,7-41,9	0,46-0,50	1,4	1,04
L-NiCr 20 3	1-2	98-113	160-250	7,3	18,7	37,7-41,9	0,46-0,50	1,2	1,04
L-NiSiCr 20 5 3	2-3	110	140-250	7,3	18,0	37,7-41,9	0,46-0,50	1,6	1,1
L-NiCr 30 3	1-3	98-113	120-215	7,3	12,4	37,7-41,9	0,46-0,50	-	-
L-NiSiCr 30 5 5	-	105	150-210	7,3	14,6	37,7-41,9	0,46-0,50	1,6	> 2
L-Ni 35	1-3	74	120-140	7,3	5,0	37,7-41,9	0,46-0,50	-	-

Proprietà e impieghi raccomandati

L-NiMn 13 7- Non magnetica. Getti non magnetici, coperchi a pressione di gruppi generat. per turbina casse interr. elettr.,flange, morsetti e zoccoli per generatori.
L-NiCuCr 15 6 2- Buona resist. alla corros. in particolari alcali, acidi diluiti, acqua marina,soluzioni saline; al calore. Buone caratt. antifriz.,forte dilat.al calore,non magn. se a debole tenore di Cr. Pompe, valv. pezzi di forno, manic. e porta segmenti per pistoni di lega leggera.
L-NiCuCr 15 6 3- Migliore resist. a corrosione e erosione rispetto alla 15 6 2 e stessi impieghi.
L-NiCr 20 2- Simile alla 15 6 2 ma più resist. a corros. da alcali. Elev. dilataz. al calore. Impieghi simili alla 15 6 2 ma preferib. per pompe per alcali, caldaie per alc. caust. industr: saponi, seta artif.,mat. plast. e dove voluto mater. esente da rame.
L-NiCr 20 3- Come il tipo 20 2 ma più resist. all'erosione, al calore e al rigonfiamento. Impieghi come il tipo 20 2 ma preferibile per temperature elevate.
L-NiSiCr 20 5 3- Buona resist. alla corrosione anche di acido solforico diluito. Migliore resist. a caldo dei tipi 20 2 e 20 3. Non appropriato per temp. da 500-600 °C. Getti per pompe, getti e seracinesche per forni industriali.
L-NiCr 30 3- Resist. al calore e

segue

segue: Ghisa austenitica per getti (da UNI 7737)

sbalzi term. fino a 300°C. Resist. buona alla corros. eccellente alla erosione da vap. umido e fanghi salini, dilat. term. media. Pompe, cald., valv., filtri, condotti per fumi, carc. di turbocompr.
L-NiSiCr 30 5 5 - Particolarmente resist. alla corrosione, erosione calore, dilataz. termica media. Getti per pompe, getti per valvole di forni industriali.
L-Ni 35- Resistente agli sbalzi termici, dilataz. termica debole. Getti con stabilità dimensionale (es; macchine utensili). Strumenti scientif. stampi per vetrerie.

b) Ghisa aust. con graf. sferoidale - Comp. chim., caratt. mecc. e fisiche

Designazione UNI 7737	Composizione chimica percentuale C max	Si	Mn	Ni	Cr	P max	Cu max	R N/mm	Rp 0,2 N/mm
S-NiMn 13 7	3,0	2,0-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	0,2 max	0,080	0,5	390-460	210-260
S-NiCr 20 2	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,080	0,5	370-470	210-250
S-NiCr 20 3	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	0,080	0,5	390-490	210-260
S-NiSiCr 20 5 2	3,0	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,080	0,5	370-430	210-260
S-Ni 22	3,0	1,0-3,0	1,5-2,5	21,0-24,0	0,5 max	0,080	0,5	370-440	170-250
S-NiMn 23 4	2,6	1,5-2,5	4,0-4,5	22,0-2',0	0,2 max	0,080	0,5	440-470	210-240
S-NiCr 30 1	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	1,0-1,5	0,080	0,5	370-440	210-270
S-NiCr 30 3	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	0,080	0,5	370-470	210-260
S-NiSiCr 30 5 5	2,6	5,0-6,0	0,5-1,5	28,0-32,0	4,5-5,5	0,080	0,5	390-490	240-310
S-Ni 35	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	0,2 max	0,080	0,5	370-410	210-240
S-NiCr 35 3	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	2,0-3,0	0,080	0,5	370-440	210-290

Designazione UNI 7737	A %	Modulo elast. E GN/m²	Res. Charpy intagl. a V J	Durezza Brinell HB	Massa volum. Mg/m³	Coef. dil 20 200°C µm/(m·K)	Cond. term. W/(m·K)	Resist. elettr. Ω·mm²/m	Permeab (2)
S-NiMn 13 7	15-25	140-150	15,0-27,0	130-170	7,3	18,2	12,6	1,0	1,02
S-NiCr 20 2	7-20	112-130	13,5-27,5	140-200	7,4	18,7	12,6	1,0	1,04
S-NiCr 20 3	7-15	112-133	12,0	150-255	7,4	18,7	12,6	1,0	1,05
S-NiSiCr 20 5 2	10-18	112-133	14,9	180-230	7,4	18,0	12,6	-	-
S-Ni 22	20-40	85-122	20,0-33,0	130-170	7,4	18,4	12,6	1,0	1,02
S-NiMn 23 4	25-45	120-140	24,0	150-180	7,4	14,7	12,6	-	-
S-NiCr 30 1	13-18	112-130	17,0	130-190	7,4	12,6	12,6	-	-
S-NiCr 30 3	7-18	92-105	8,5	140-200	7,4	12,6	12,6	-	-
S-NiSiCr 30 5 5	1-4	91	3,9-5,9	170-250	7,4	14,4	12,6	-	-
S-Ni 35	20-40	112-140	20,5	130-180	7,6	5	12,6	-	-
S-NiCr 35 3	7-10	112-123	70	140-190	7,6	5	12,6	-	-

Proprietà e impieghi raccomandati

S-NiMn 13 7- Come per il tipo L.
S-NiCr 20 2- Simile al tipo L.Pompe, valv., compr. anelli, carcasse di turbocompr., condotti per fumi.
S-NiCr 20 3-Simile al tipo 20 2 ma migliore resist. a eros. e calore
S-NiCr 20 5 2- Come il tipo L-NiCr20 5 3. Pompe, valv. forni ind. con forti sollecit. meccaniche.
S-Ni 22- Elev. dilataz. Buona resilienza al disotto di -100°C. Non magn. Impieghi come la S-NiCr20 2 ma < resist. a corros. e calore.
S-NiMn 23 4- Buona resilienza fino a -196°C. Non magn. Applicaz. criogene fino a -196°C.
S-NiCr 30 1- S-NiCr 30 3- Proprietà e impieghi come la L-NiCr30 3.
S-NiCr 30 5 5- Proprietà e impieghi come per il tipo L-NiSiCr 30 5 5 ma per pezzi soggetti a forti sollecitazioni meccaniche.
S-Ni 35- Proprietà e impieghi come per il tipo L-Ni 35 ma migliore resist. a sbalzi termici.
S-Ni 35 3- Simile alla S-Ni 35. Getti carcasse turbine gas, stampi per vetreria.

Note-(1) valori min di resist. impegnativi. (2) Permeabilità in µ (con H = 8 kA/m).

Esempio di designazione: Ghisa UNI 7737- S-NiCr 20 5 2.

Ghise al nickel (International Nickel Italia S.p.A. Milano)

Ghise Ni - Hard

La Ni-Hard, il prodotto commercialmente più duro di fonderia, é il nome depositato di una ghisa bianca al NiCr, che possiede alta resistenza all'abrasione. E'impiegata da molti anni nelle industrie: minerarie, della forza motrice, cementifera, ceramica, dei colori, di dragaggio, carbonifera, dell'acciaio, della fonderia, ecc. Applicazioni tipiche: sfere da mulini, rivestimenti di frantoi, anelli e rulli di polverizzatori, parti di pompe per fanghi, tubi e gomiti, piastre di usura, cilindri di lavoraz. dei metalli, ecc.

Comp. chim. percentuale	C totale	C grafit.	Si	Mn	S max	P max	Ni	Cr
1 - Normale	3,0-3,6	0,1 max	0,4-0,7	0,4-0,7	0,15	0,4	4-4,75	1,4-3,5
2 - Ad elevata resistenza	2,9 max							

Caratteristiche meccaniche *		R N/mm²	R trasv. kN (1)	Freccia mm	HB (2) min	HRC min	Resil. Izod AB J (3)	Ritiro cm/m
1	Colata in sabbia	275-343	178-223	2-2,75	550	53	27-40	1,3-2
	Col. in conchiglia	343-412	200-303	2-3	600	56	33-55	1,3-2
2	Colata in sabbia	314-382	200-245	2,5-2,75	525	52	33-47	1,3-2
	Col. in conchiglia	412-520	245-311	2,5-2,75	575	57	47-75	1,3-2

Modulo di elasticità 1657 - 1795 kN/mm².
Massa volumica 7,6 - 7,8 kg/dm².
Coeff. dil. term. x10^{-6} 23°C^{-1}.(10-35°C)8,1 -9 (10-260°C)11,3-11,9(10-430°C)12,2-12,8
* Valgono per la Ni-Hard dopo trattam. di distensione a 200°C per 4 ore.
(1) Provino Ø 30 mm, distanza appoggi 30mm
(2) Provini 50x150x150, sfera di carburo di tungsteno. (3) Barra senza intaglio Ø 30 mm, colpita 75 mm sopra il supporto.

Ghise al nickel

I getti di ghisa al nickel hanno avuto un crescente sviluppo nelle industrie per i seguenti motivi: Uniformità di struttura, specie quando vi sono sezioni di vario spessori. Migliore lavorabilità alle macchine utensili. Alla resistenza meccanica. Tenuta a pressione. Elevata durezza e buona lavorabilità. Maggiore resistenza all'usura, alla corrosione e al calore. Affinazione della grafite ed elevato grado di finitura.
Tipi di ghisa:
Ghisa tipo S: tenera, adatta per getti di circa 10 mm di spessore nei quali sia richiesto un elevato potere grafitizzante.
Tipo A - Per applicaz. industria auto, monoblocchi, testate motori corpi di compressori, getti di 4-25 mm di spessore.
Tipo P - Resistente a pressione, per valvole e pompe medie, getti per grossi motori e compressori, spessori da 13 a 65 mm.
*Tipo H - Ghisa per getti con spessore min di 38 - 40 mm. (** ASTM)*

Con opportune aggiunte di Ni e Mo queste ghise perlitiche, possono essere trasformate in ghise aciculari che, dopo trattamento, raggiungono valori di Rm di oltre 600 N/mm e durezze comprese tra 260 e 350 HB. Queste ghise sono prodotte in molte fonderie italiane.

Ghisa base	Ghisa legata	Comp. chim. % Ni	Cr	Mo	Rm** N/mm²
Tipo S	-	-	-	-	177
	NCI-35-S	0,75	-	0,30	240
	NCI-40-S	1,50	-	0,60	275
Tipo A	-	-	-	-	206
	NCI-35 A	0,75	0,30	-	240
	NCI-40 A	1,25	0,25	0,35	275
	NCI-45 A	1,50	0,30	0,40	309
	NCI-50 A	2,00	0,35	0,60	343
Tipo P	-	-	-	-	240
	NCI-40-P	0,75	0,30	-	275
	NCI-45-P	1,00	-	0,35	309
	NCI-50-P	1,25	0,30	0,40	343
	NCI-55-P	1,50	0,30	0,60	378
Tipo H	-	-	-	-	240
	NCI-40 H	1,00	-	-	275
	NCI-45 H	1,25	0,50	-	309
	NCI-50 H	2,00	0,35	0,50	343
	NCI-55 H	2,50	-	1,00	378

Nichelio (da UNI 3353)

La presente norma riguarda nichelio in catodi, anodi, pani, granaglia, gocce (sfere), dadi, ecc., di una delle qualità indicate. ne é ottenuto direttamente dal minerale o dalla matta, ovvero da materiale grezzo similare. Particolarmente usato per produrre getti e semilavorati plastici di qualità sia di Ni puro, sia di leghe ferrose e non ferrose. Il nichelio della qualità N8 UNI é ottenuto per fusione semplice, ovvero per fusione e successiva laminaz. Viene particolarmente usato per impieghi elettrogalvanici e per la fabbricazione di accumulatori elettrici.

Qual. UNI 3353	Des. abbr.	Tit. Ni * min%	Fe	Impurità tollerate max % Mn	Si	Cu	Zn	C	Bi	Pb	S	Altre
Ni99,5	N9UNI	99,5	0,25	-	-	-	-	0,10	0,005	0,005	0,02	0,15
Ni98,5	N8UNI	98,5	0,75	0,30	0,10	0,25	0,01	0,60	0,010	0,010	0,05	0,15

* Per titolo del nichelio si intende la quantità % di nichelio più cobalto presente, sottraendo da 100 la somma % delle impurità presenti. Il nichelio é presente in quantità non minore del 99% nella qualità N9 UNI e del 98% nella qualità N8 UNI.

Il nichelio N9 UNI detto Ni vergi

Alnico

Lega impiegata per costruire magneti permanenti, composta di Al-Ni-Co; il resto é costituito da ferro ed eventuali aggiunte di rame e di titanio. E' di difficile lavorazione plastica, per cui i pezzi vengono ottenuti per fusione, sinterizzazione e fucinatura. La lavorazione superficiale si effettua mediante mola.

Lega	Comp. chim. % Al	Ni	Co	Cu	Ti	Forza coercitiva Hc oersteds	Induzione residua Br gauss	Energia max BH max mil gauss oersteds	Induzione per BH max gauss
Alnico V	8	14	24	3	-	650	12700	5,50	10400
Alnico VI	8	16	24	3	1	760	10500	3,65	7000
Alnico XII	6	18	35	-	8	1000	6100	1,65	3200

Applicazioni	
Alnico V	massimo prodotto di energia per applicazioni ad intraferro fisso.
Alnico VI	per apparecchi ad intraferro variabile e per attrezzature che devono essere montate di frequente.
Alnico XII	indicato nelle applicazioni dove gli effetti di magnetizzazione sono eccezionalmente elevati.

Ferro ARMCO

Armco - Voce formata con le iniziali delle parole inglesi American Milling Company (Compagnia Americana Laminatoi); tale compagnia é produttrice di un ferro, detto ferro armco, materiale di elevata purezza (99,9 %).

Analisi chimica percentuale C	Mn	P	S	Fe
0,012	0,017	0,05	0,025	resto

Caratteristiche meccaniche R	Re	A	Az	HB
260-309	137-172	40	50	85

INVAR (Lega a dilatazione controllata)

INPHY Italiana s.r.l. Corso Vittorio Emanuele II N° 62 Torino
Telef. 011-5624603 - Fax 5611792

L'Invar é una lega di Fe-Ni col 36% di Nichel, il quale ha la più bassa espansione fra tutti i metalli e le leghe nel campo di temperature fino a circa 230 °C.

Analisi chimica %

Ni	C	Si	Mn	Fe
36	0,03	0,20	0,30	resto

Proprietà meccaniche

R(N/mm²)	Re0,2(N/mm²)	A%	E(MPa)
490	295	30	14500

Classificazione

INVAR Standard c (tra 20 e 100°C) $\leq 20 \times 10^{-7}/°C$.
INVAR Superior c (tra 20 e 100°C) $\leq 15 \times 10^{-7}/°C$.

Nastri rullati a caldo o a freddo
Parti di macchine forgiati.
Sbozzati tubolari.

Principali applicazioni

Dove cambiamenti dimensionali dovuti a variazioni di temperatura devono essere minimizzati.
Aste per termostati.
Bilance, orologi e pendoli per orologi.
Lamelle di condensatori di prec.
Cavità risonanti per radar.
Misure e monitoraggio in costruzioni di ingegneria civile.
Giunti e rondelle speciali.
Bimetalli termostatici.
Serbatoi su veicoli per gas liquefatti (M 63).

Grado	Coeff. medio di espansione x 10^{-7}°C tra 0°C e: 100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C
INVAR Standard: pezzo temprato 50%	12	23	(48)	(75)	(89)	(100)
ricotto raffr. in aria	15	25	(48)	(75)	(89)	(100)
INVAR Superior: pezzo temprato 50%	6	19	(48)	(75)	(89)	(100)
ricotto raffr. in aria	11	22	(48)	(75)	(89)	(100)

INVAR M 63 (criogenico): c (tra -180°C e 0°C = 15×10^{-7}/°C.
INVAR (geodetico): c (tra 0°C e 50°) $\leq 3 \times 10^{-7}$/°C.

INVAR M63 (per applicaziobi criogene) avente c (tra -180 e 0°C) di $15 \times 10^{-7}/°C$.
INVAR geodetico (superiore selezionato) avente c (entro 0 e 50°C) di $\leq 3 \times 10^{-7}/°C$.

Variazioni del coefficiente di espansione.

I coefficienti dell'INVAR mostrati significano variazioni in accordo con le condizioni della lega. Per esempio, in condizioni di tempra, oppure di calore naturale in condizioni rullato, c é molto alto, specialmente se il raffreddamento, dopo ricottura, é molto lento.

Proprietà fisiche (valori tipici)

Punto Curie	230°C
Punto di fusione	1450°C
Resistività a 20°C	75 μΩ cm
Calore specifico	0,515 J/(g °C)
Densità	8,1 kg/cm³
Cond. term. (20°C)	0,109 W/cm·°C)

Forme disponibili

Filo trafilato a freddo
Barre rullate a caldo o forgiate
Tubi per trasferimenti di gas liquidi (M63).

Istruzioni di lavorazione

Utensile	Tornitura carburo S3 S4	Fresatura acc. rap. superiore	Foratura acciaio rapido
Lubrificante: soluzione acqua-olio			
angolo di taglio	12-17°	15°	
angolo di spoglia	5-8°	3-7°	9-13°
velocità di taglio (m/mm)	50-75	10-15	10
avanzam. mm/	0,2-0,5 giro	0,05-0,10 per dente	0,10 giro

Brasatura: in rame o argento-rame
Saldatura: ossi-acetilenica, precauzioni come per l'acciaio inox.
Trattamenti termici: per eliminare le tensioni, 315°C per 3h.
Per accelerare l'invecchiamento, 100°C per 24h.

Resistenza alla corrosione: comparabile a quella dell'inox 18-8.

Confronto tra acciai (per lam. a caldo) EN 10025 e prec. norm.naz.

EN 10025	Germa-nia	Fran-cia	G.B.	Spagna	Italia	Belgio	Svezia	Porto-gallo	Austria	Norve-gia
S185	St33	A33		A310-0	Fe320	A320	1310-00	Fe310-0	St320	
S235JR	St37-2	E24-2			Fe360B	AE235-B	1312-00	Fe360-B		NS12120
S235JRG1	USt37-2			AE235B-FU					USt360B	NS12122
S235JRG2	RSt37-2		40B	AE235B-FN			1312-00		RSt360B	NS12123
S235J0	St37-3U	E24-3	40C	AE235C	Fe360C	AE235-C		Fe360-C	St360C	NS12124
									St360CE	
S235J2G3	St37-3N									
		E24-4	40D	AE235D	Fe360D	AE235-D		Fe360-D	St360D	NS12124
S235J2G4	–									
S275JR	St44-2	E28-2	43B	AE275B	Fe430B	AE255-B	1412-00	Fe430-B	St430B	NS12142
S275J0	St44-3U	E28-3	43C	AE275C	Fe430C	AE255-C		Fe430-C	St430C	NS12143
									St430CE	
S275J2G3	St44-3N						1414-00			
		E28-4	43D	AE275D	Fe430D	AE255-D		Fe430-D	St430D	NS12143
S275J2G4	–						1414-01			
S355JR	–	E36-2	50B	AE355P	Fe510B	AE355-B		Fe510-B		
S355J0	St52-3U	E36-3	50C	AE355C	Fe510C	AE355-C		Fe510-C	St510C	NS12153
S355J2G3										
	St52-3N		50D	AE355D	Fe510D	AE355-D		Fe510-D	St510D	NS12153
S355J2G4	–									
S355K2G3	–									
		E36-4			Fe510DD	AE355-DD		Fe510-DD		
S355K2G4	–									
E295	St50-2	A50-2		A490	Fe490	A490-2	1550-00	Fe490-2	St490	
							1550-01			
E335	St60-2	A60-2		A590	Fe590	A590-2	1650-00	Fe590-2	St590	
							1650-01			
E360	St70-2	A70-2		A690	Fe690	A690-2	1655-00	Fe690-2	St690	
							1655-01			

Acciai non legati di qualità per fucinati e stampati

Italia UNI 7746	Regno Unito BS970 1955	Germa-nia DIN 1611	Francia AFNOR	Belgio NBM 253.11	Olanda V 1035 III N° Simb.	Lussem-burgo Pr 101	Svezia SIS	U.S.A. AISI	clas. o N° AISI
		St 00.11			Fe 100 H	AL0F			
		St 37.11	A37-1c	B37f	Fe 101 Qm 37	AL37F			
	En2	St 34.11 St 3411R	A33-3d	B34k B34m	Fe 102 Qmc 34	AL34F	141210	A235-55 A273-54	A C1016
Fe360			A37-3d	B37k B37m		AL37FC	141350		
Fe410	En3	St 42.11 St 4211R	A48-3d	B42k B42m	Fe 103 Qmc 42	AL42F	141450	A235-55 A237-54	C C1 C1026
Fe510		St 50.11	A56-3d	B50k	Fe 104	AL50F	141550	A235-55 A273-54	E F C1029
Fe590		St 60.11 St 6011R	A65-3d	B60k B60m	Fe 105 Qmc 60	AL60F	141650	A273-54	C1040
Fe690		St 70.11 St 7011R	Acier ext.dur	B70k B70m	Fe 106 Qmc 70	AL70F	141655		

Confronto tra acciai EN 10083/1/2 - ISO 683-1:1987 e prec. norm. naz.

EN 10083/2	ISO 683-1 1987	Germania	Finlandia	Regno Unito	Francia	Sve-zia Ac.SS	Spagna	Italia
1C22	–	C22°	–	–		–	–	–
1C25	C25°	C25	–	–		–	–	1C25
1C30	C30°	C30	–	–	AF50C30*	–	–	1C30
1C35	C35°	C35	–	–	AF55C35*	–	–	1C35
1C40	C40°	C40	–	–	AF60C40*	–	–	1C40
1C45	C45°	C45	–	–	AF65C45*	–	–	1C45
1C50	C50°	C50	–	–	–	–	–	1C50
1C55	C55°	C55	–	–	AF70C55*	–	–	1C55
1C60	C60°	C60	–	–	–	–	–	1C60
EN 10083/1								
2C22	–	Ck22°	–	070M20°	XC18*	–	–	C20
3C22	–	Cm22°	–	–	XC18u*	–	–	
2C25	C25E4°	Ck25	–	070M26°	XC25*	–	C25k	C25
3C25	C25M2°	Cm25	–	–	XC25u*	–	C25k-1	
2C30	C30E4°	Ck30	–	080M30°	XC32*	–	–	C30
3C30	C30M2°	Cm30	–	–	XC32u*	–	–	
2C35	C35E4°	Ck35	C35	080M36°	XC38H1*	1572	C35k	C35
3C35	C35M2°	Cm35	–	–	XC38H1u*	–	C35k-1	
2C40	C40E4°	Ck40	–	080M40°	XC42H1*	–	–	C40
3C40	C40M2°	Cm40	–	–	XC42H1u*	–	–	
2C45	C45E4°	Ck45	C45	080M46°	XC48H1*	1672	C45k	C45
3C45	C45M2°	Cm45	–	–	XC48H1u*	–	C45k-1	
2C50	C50E4°	Ck50	–	080M50°	–	1674	–	C50
3C50	C50M2°	Cm50	–	–	–	–	–	
2C55	C55E4°	Ck55	–	070M55°	XC55H1*	–	C55k	C55
3C55	C55M2°	Cm55	–	–	XC55H1u*	–	C55k-1	
2C60	C60E4°	Ck60	–	070M60°	–	–	–	C60
3C60	C60M2°	Cm60	–	–	–	–	–	
28Mn6	28Mn6°	28Mn6	–	150M19°	–	–	–	C28Mn
38Cr2	–	38Cr2	–	–	38C2°	–	–	38Cr2
38CrS2	–	38CrS2	–	–	38C2u°	–	–	
46Cr2	–	46Cr2	–	–	–	–	–	
46CrS2	–	46CrS2	–	–	–	–	–	
34Cr4	34Cr4	34Cr4	–	530M32°	32C4°	–	–	34Cr4
34CrS4	34CrS4	34CrS4	–	–	32C4u°	–	–	
37Cr4	37Cr4	37Cr4	–	530M36°	38C4°	–	38Cr4	
37CrS4	37CrS4	37CrS4	–	–	38C4u°	–	38Cr4-1	
41Cr4	41Cr4	41Cr4	–	530M40°	42C4	–	42Cr4	41Cr4
41CrS4	41CrS4	41CrS4	–	–	42C4u	2245	42Cr4-1	
25CrMo4	25CrMo4	25CrMo4	25CrMo4	708M25°	25CD4	2225	–	25CrMo4
25CrMoS4	25CrMoS4	25CrMoS4	–	–	25CD4u	–	–	
34CrMo4	34CrMo4	34CrMo4	34CrMo4	708M32°	34CD4°	2234	–	35CrMo4
34CrMoS4	34CrMoS4	34CrMoS4	–	–	34CD3u°	–	–	
42CrMo4	42CrMo4	42CrMo4	42CrMo4	708M40°	42CD4	2244	40CrMo4	42CrMo4
42CrMoS4	42CrMoS4	42CrMoS4	–	–	42CD4u	–	40CrMo4-1	
50CrMo4	50CrMo4	50CrMo4	–	708M50°	–	–	–	
36CrNiMo4	36CrNiMo4	36CrNiMo4	–	817M37°	–	–	–	
34CrNiMo6	36CrNiMo6°	34CrNiMo6°	34CrNiMo6	817M40°	–	2541	–	
30CrNiMo8	31CrNiMo8°	30CrNiMo8	–	823M30*	30CND8	–	–	
36NiCrMo16	–	–	–	835M30*	35NCD16	–	–	34NiCrMo16
51CrV4	51CrV4*	50CrV4	–	735A50*	50CV4°	–	51CrV4	50Cr14

° Lieve differenza nella Composizione chimica dalla EN 10083

* Consistenti differenze nella Composizione chimica dalla EN 10083.

Comparazione normazioni - Acciai inossidabili

N°	ITALIA UNI	USA AISI	FRANCIA AFNOR	GR.BR. BSI	REP.FED.GERM. DIN	COMUN.EUROP. EURONORM	SVEZ. SIS
1		201					
2	X12CrNi1707	301	Z12CN1707	301S21	X12CrNi177	X12CrNi177	23 31
3	X10CrNi1809	302	Z10CN1809	302S25	X5CrNi187	X10CrNi189	23 31
4	X10CrNiS1809	303S	Z10CNF1809	303S41			
5	X5CrNi1810	304	Z6CN1809	304S15 304S16	X5CrNi1810	X6CrNi1810	23 32
6	X8CrNi1910	304H					
7	X2CrNi1811	304L	Z2CN1810	304S11	X2CrNi1911	X3CrNi1810	23 52
8	X8CrNi1812	305	Z8CN1812	305S19		X8CrNi1812	23 33
9	X16CrNi2314	309	Z15CN2413	309S24	X15CrNiSi2012	X15CrNi2313	
10	X6CrNi2314	309S				X6CrNi2213	
11	X22CrNi2520	310		310S24	X12CrNi2521		
12	X6CrNi2520	310S	Z12CN2520		X12CrNi2520	X6CrNi2520	23 61
13	X16CrNiSi2520	314	Z12CNS2520		X15CrNiSi2520	X15CrNiSi2520	
14	X5CrNiMo1712	316	Z6CND1711	316S31	X5CrNiMo17122	X6CrNiMo17122	23 47
15	X5CrNiMo1713	316	Z6CND1712	316S33	X5CrNiMo17133	X6CrNiMo17133	23 43
16	X8CrNiMo1712	316H					
17	X8CrNiMo1713	316H					
18	X2CrNiMo1712	316L	Z2CND1712	316S11	X2CrNiMo17132	X3CrNiMo17122	23 48
19	X2CrNiMo1713	316L	Z2CND1713	316S13	X2CrNiMo18143	X3CrNiMo17133	23 53
20	X6CrNiMoTi1712		Z6CNDT1712	320S31	X6CrNiMoTi17122	X6CrNiMoTi17122	23 50
21	X6CrNiMoTi1713			320S33	X10CrNiMoTi1812	X6CrNiMoTi17133	
22	X6CrNiMoNb1712		Z6CNDN1712		X6CrNiMoNb17122	X6CrNiMoNb17122	
23	X6CrNiMoNb1713				X10CrNiMoNb1812	X6CrNiMoNb17133	
24	X2CrNiMo1816	317L	Z2CND1915	317S12	X2CrNiMo18164	X3CrNiMo18164	23 67
25	X6CrNiTi1811	321	Z6CNT1810	321S31	X6CrNiTi1810 X12CrNiTi189	X6CrNiTi1810	23 37
26	X8CrNiTi1811	321H		321S20			
27	X6CrNiNb1811	347	Z6CNNb1810	347S31	X6CrNiNb1810	X6CrNiNb1810	23 38
28	X8CrNiNb1811	347H					
29	X6CrAl13	405	Z6CA13	405S17	X6CrAl13	X6CrAl13	
30	X10CrAl12				X10CrAl13		
31	X6CrTi12	409	Z6CT12	409S19	X6CrTi12	X5CrTi12	
32	X2CrTI12						
33	X12Cr13	410	Z10C13 Z12C13	410S21	X10Cr13 X15Cr13	X12Cr13	23 02
34	X6Cr13		Z6C13	403S17	X6Cr13	X6Cr15	23 01
35	X12CrS13	416	Z12CF13	416S21			
36	X20Cr13	420	Z20C13	420S29 420S37	X20Cr13	X20Cr13	23 03
37	X30Cr13	420	Z30C13	420S45	X30Cr13	X30Cr13	23 04
38	X40Cr14	420	Z40C14		X46Cr13	X40Cr13	
39	X8Cr17	430	Z8C17	430S17	X6Cr17	X8Cr17 X9Cr17	23 20
40	X6CrTi17		Z8CT17		X6CrTi17	X8CrTi17	
41	X6CrNb17		Z8CNb17		X6CrNb17		
42	X10CrS17	430F	Z10CF17	441S29	X12CrMoS17	X10CrS17	23 83
43	X16CrNi16	431	Z15CN1602	431S29	X20CrNi172	X21CrNi17	23 21
44	X8CrMo17	434	Z8CD1701	434S17	X6CrMo171	X8CrMo17	23 25
45	X16Cr26	446	Z10C24			X18CrN28	23 22
46	X45CrSi8		Z45CS9	401S45	X45CrSi93	X45CrSi8	
47	X80CrSiNi20		Z80CSN2002	443S65	X80CrSiNi20	X80CrSiNi20	
48	X85CrMoV193		Z85CDM1802		X85CrMoV182		
49	X45CrNiW189				X45CrNiW189	X45CrNiW189	
50	X53CrMnNiN219		Z52CMN2109	349S52	X53CrMnNiN219	X53CrMnNiN219	
51	X70CrMnNiN216				X70CrMnNiN216		

Comparazione di conformità degli inox laminati, fucinati o estrusi (getti esclusi). N° 1: al CrNi, 2÷28: al CrNi, 29÷45: per valvole Classificazione dal manuale AISI.

(segue)

segue: Comparazione normazioni - Acciai inossidabili

N°	C.S.I. (Russia) GOST	GIAPPONE JIS	ACCIA-IERIE BOLZ.	ACCIAIE-RIE Valbruna	DAL-MINE	DELTA SIDER Cogne	ILSSA VIOLA	INDUS. ACCIAI INOX	TERMINOSS ACCIAI INOX
1		SUS201				S201	IV201		TSS201
2		SUS301		AU177		S301	IV301	30109	TSS301
3	12Kh18N9	SUS302		AU188		S302		30209	TSS302
4		SUS303		AU188Z		S303			
5	08Kh18N10 06Kh18N11	SUS304		AIS	D913		IV304 IV304PS	30400 30406	TSS304 TSS304PS
6		SUSF304H		AISS	D915	ST04		30407	TSS304H
7	03Kh18N11	SUS304L		AISL	D914	S304L	IV304L	30403	TSS304L
8		SUS305		AIP		S305		30506	
9	20Kh23N13	SUH309		APFR		S309			TSS309
10		SUS309S		APFRS		S309L	IV309S	30908	TSS309S
11	20Kh23N18	SUH310		APFI		S310			TSS310
12	10Kh23N18	SUS310S		APFIS	D912	S310L	IV310S	31008	TSS310S
13	20Kh25N20S2			APFISI		S314		31400	
14		SUS316		APM	D942	S316	IV316	31606	TSS316
15		SUS316		APM/DE2	D940	S316M		31626	TSS316S
16		SUSF316H		APM/UNI	D947	ST316		31607	TSS316H
17				APM/SUP	D944	ST316M		31627	TSS316SH
18	03Kh17N14M2	SUS316L		APML	D941	S316L	IV316L	31603	TSS316L
19	03Kh16N15M3			APML/TEK	D946	S316LM		31623	TSS316LAB
20	08Kh17N13M2T 10Kh17N13M2T			APMT	D953	S316T	IV316Ti	31608T	TSS316Ti
21	08Kh17N13M2T			APMT/DE	D954			31628T	TSS316STi
22	08Kh16N13M2B			APMC/DE	D952			31608C	TSS316Cb
23	09Kh16N15M3B				D951				TSS316SCb
24		SUS317L		AMSL/DE				31703	TSS317L
25	08Kh18N10T	SUS321		AIST	D971	S321	IV321	32106	TSS321
26	12Kh18N10T	SUS321H		AIST/UNI	D972	ST321		32107	TSS321H
27	08Kh18N12B	SUS347		AISC	D991	S347		34706	TSS347
28		SUSF347H			D991				TSS347H
29		SUS405		VAL1AL2	D932	S405	IV405	40500	TSS405
30	10Kh13SYu			VAL1AL		S405A			
31		SUH409	F12T	VAL1PT		S409		40900	
32							IV409L	40910	TSS409L
33	12Kh13	SUS410	FI	VAL1A	D925	S410			
34	08Kh13	SUS410S	FIA	VAL1P		S410L	IV410S	41000	TSS410S
35		SUS416	F12S	VAL1Z		S416			
36	20Kh13	SUS420J1	U12	VAL2A	D923	S420A			
37	30Kh13	SUS420J2	P12	VAL2B		S420B			
38	40Kh13	SUS420J2*	S12	VAL2C		S420C			
39	12Kh17	SUS430	F17	X12	D921	S430	IV430	43010	TSS430
40	08Kh17T	SUS430LX	F17/Ti			S430T	IV430Ti	43000T	TSS430Ti
41		SUS430LX					IV430Cb	43000C	TSS430Cb
42		SUS430F	F17SM	X17Z		S430F			
43	20Kh17N2	SUS431	FN	VAL4		S431			
44		SUS434	F17Mo	X17M		S434	IV434	43400	TSS434
45	15Kh28	SUH446		X25	D927	S446			
46	40Kh9S2	SUH446	VCS	VAL5		VM11			
47		SUH4		AVS		VM21			
48						VM22			
49				AVW		VM32			
50	55KH20G9AN4			214MN		VA61			
51				21MN		VA62			

*Le acciaierie di Bolzano V. A.Volta 4 Bolzano, Valbruna V. della Scienza Vicenza, Dalmine V. Brera 19 Milano, Deltasider V. Sarca 336 Milano, Ilssa Viola V. Simone Martini 23 Milano, Industria Acc. Inox Corso Regina Margherita 400 Torino e Terminoss V. B. Brin 171 Terni, associate al Centro Inox P; Velasca 10 Milano, possono fornire anche acciai inox non compresi nella tabella. *SUS 420J2-CSP*

Rame - Leghe di rame - Alluminio - Leghe di alluminio

Prodotti da lavorazione plastica

Semilav. di rame e leghe di rame			Semil.allum.e leghe di al.	
rame 5649/1/2	ottone bin. 4891÷4894	rame 5649/1/2	allum.99,5 UNI 9001/2	Peraluman UNI 9005/8
ottone bin. 4891-4892	ottone bin. 4896÷4899	ottone bin. 4891÷4899	allum.99,8 UNI 9001/4	Avional UNI 9002/2
ottone Pb 5705-06-07	ottone Pb 5705-5706	ottone Pb 5706-5707	Anticorod. UNI 9006/4	Avional UNI 9005/8
ottone sp. 6399	ottone sp. 6398÷6401	ottone Pb 7279	Anticorod. UNI 9004/1	Ergal UNI 9007/2
ott.el.res. 6896-6897	ott.el.res. 6896-6897	lega spec. 2528/1	Peraluman UNI 9005/2	Anticorod. UNI 9006/1
alpacca 9222/1/2	● UNI 3213	bronzo bin. 2527/1	● UNI 3817	■ UNI 3821
cupronich. 7280/1/2	▮ UNI 3218	cuprallum. 7989/1/2	● UNI 3818	▮ UNI 3822
cuprallum. 7989/1/1	● UNI 3605	cupronich. 7280/1/2	● UNI 3819	
● UNI 9331	▮ UNI 3607	alpacca 9222/1/2	⬢ UNI 3820	
⬢ UNI 9332	○ UNI 7773	lam. band. 9328		
■ UNI 9333		nastri 9329		

Leghe di rame per getti		Leghe prim. allum. getti		Prod. vari
bronzi UNI 7013	ottone sp. UNI 5038	Silumin UNI 4514	Peralum.10 UNI 3056	leghe Mg Atesia
ottone bin. UNI 5033	ottone sp. UNI 6138	Inafond S9 UNI 3051	Term. C10 UNI 3041	leghe sal. UNI 5539
ottone bin. UNI 5034	cuprol.sp. UNI 5273	Inafond S7 UNI 3599	Inafond C5 Mont.-Seal	met.bianc. 4515-16-17
ottone sp. UNI 5035	cuprol.sp. UNI 5274	Inaf. S52 UNI 3600	Termaf. C3 UNI 3046	Zn 2013-14 Zn 3718
ottone sp. UNI 5036	cuprol.sp. UNI 5275	Anticor. G UNI 3055	get.a pres. UNI 5076	Piombo UNI 3165
ottone sp. UNI 5037		Peralum. 7 UNI 3057	get.a pres. UNI 5080	Titanio

Comparazione normazioni-Alluminio e sue leghe da lavorazione plastica

Designazione Convenzionale	Des. num.	ITALIA N° Norme UNI (1)	(2)	USA A.A.	GR.BRET. B.S.1470 1477	GERMANIA DIN 1725	FRANCIA AFNOR
P-Al 99,0	1200	3567	9001/1	1100	1C	Al 99	A 4
P-Al 99,5	1050A	4507	9001/2	1050	1B	Al 99,5	A 5
P-Al 99,7	1070A	4508	9001/3	1070	-	Al 99,7	-
P-Al 99,8	1080A	4509	9001/4	1080	1A	Al 99,8	A 8
P-ALR99,99	1099	-	-	1099	1	Al 99,98	A 9
P-AlCu2,5MgSi	2117	3577	9002/1	2117	-	AlCuMg0,5	A-U2G
P-AlCu3,5 FeMgNi	2618	3578	9002/6	-	-	-	-
P-AlCu4	2017A	3579	9002/2	2017	H 14	AlCuMg1	A-U4G
P-AlCu4,4MnMg	2014	3581	9002/3	2014	H 15	-	A-U4SG
P-AlCu4,5MgMn	2024	3583	9002/4	2024	HTD 5090	AlCuMg2	A-U4G1
P-AlCu5,5PbBi	2011	6362	9002/5		-	AlCuMg Pb	-
P-AlCu6,3 MnV ZrTi	2219	-	9002/7	-	-	-	-
P-AlMn1,2Mg	3004	6361	9003/2	-	-	-	-
P-AlMn1,2Cu	3003	7788	9003/1	3003	N3	Al Mn	A-M1
P-AlMn1,2 Mg 0,4	3005	-	9003/4	-	-	-	-
P-AlMn1,2	3103	-	9003/3	-	-	-	-
P-AlMn0,5 Mg 0,5	3105	-	9003/5	-	-	-	-
P-AlSi12 MgCuNi	4032	3572	9004/1	4032	DTD 324A	-	A-S12UN
P-AlMg0,9Cu	5657V	6360	9005/6	-	-	-	-
P-AlMg0,8	5005	5764	9005/1	5005	-	Al MG 1	A-G0,6
P-ALRMg0,5	5007	-	-	5007	BT4	AlRMg 0,5	-
P-AlMg1,5	5050	3573	9005/7	5050	-	-	A-G1
P-AlMg2,5	5052	3574	9005/2	5052	N4	-	-
P-AlMg2,7Mn	5454	7789	9005/3	-	-	-	-
P-AlMg3,5	5154B	3575	9005/8	5154	N5	-	A-G3
P-AlMg4,4	5086	5452	9005/4	5086	N8	-	A-G4
P-AlMg4,5	5083	7790	9005/5	-	-	-	-
P-AlMg5	5056	-	-	5056	N6	Al Mg 5	A-G5
P-AlMgSi	6060	3569	9006/1	6063	H9	AlMgSi0,5	A-GS
P-AlMgSiCu	6763	6359	9006/5	-	-	-	-
P-AlMg1SiCu	6061	6170	9006/2	6061	H-20	-	-
P-AlMgSi0,5	6101	3570	9006/3	6101	E-91E	E-AlMgSi	A-G S/L
P-AlMgSi1Mn	6082	3571	9006/4	6351	H30	AlMgSi1	A-SG
P-AlZn4,4 MgMnZrTi	7005	-	9007/6	-	-	-	-
P-AlZn5,8MgCu	7075	3735	9007/2	7075	DTD5050B	AlZnMgCu1,5	A-Z5GU
P-AlZn5,8MgCu placcato	7072	3736	9007/5	7075 alc.	DTD5050B	AlZnMg1,5	A-Z5GU plaqué
P-AlZn4,5Mg	7020	7791	9007/1	-	-	-	-
P-AlZn6,0 Mg2Cu1Zr	7012	pr.161	9007/3	-	-	-	-
P-AlZn6,2 Mg2,3Cu1,8Zr	7010A	pr.160	9007/4	-	-	-	-
P-AlZn4MgMnCr	7039	-	9007/4	-	-	-	-
P-AlFeSi	8005	pr.164	9008/1	-	-	-	-
P-AlNi1,1Fe	8001	-	9008/2	-	-	-	-

(1) Numerazione attuale. (2) Nuova numeraz. in corso di attuazione.

Alluminio primario da lavorazione plastica

Designazione: P-Al99,5 UNI 9001/2 — Design. num. 1050A

Lega*	Si	Fe	Cu	Mn max	Mg	Zn	Ti	altre imp. ogn.	altre imp. totale	Al min
Composiz. chim.%	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,03	-	99,50

Semilavorati	Tipo	Stato fisico (1)	Spes. (s) Sez. (A) Diam. (d)	Caratterist. mecc. Rm N/mm²	Rp (0,2)	A %	HB	Applicazioni
Laminati	Lamiere, nastri e bandelle (s)	0	tutti	65÷95	20	30	18	Particolarmente adatta per strutture soggette a media intensità corrosiva. Edilizia, mobili, industria chimica e trasporti terrestri.
		H 12	0,6÷8	85÷125	65	11	24	
		H 22	0,6÷8	85	55	14	23	
		H 14	0,6÷8	100÷140	80	8	28	
		H 24	0,6÷8	100	70	11	26	
		H 16	0,6÷6	115÷160	95	5	33	
		H 26	0,6÷4	115	85	7	31	
		H 18	0,6÷4	135	-	4	38	
Estrusi	tutti (A)	H 112	16000	65	25	20	18	
Trafilati	Tubi (s)	0	tutti (2)	65÷95	20	30	18	(1) UNI 8278 (2) Ø12 a150 (3) Ø12 a100 • % = A 200
		H 14	0,5÷8 (3)	100	70	6	28	
		H 18	0,5÷4	135	-	4	38	
	Fili (d)	0	tutti	65	20	20•	-	
		H 14	0,7÷8	100	80	4•	-	
		H 24	0,7÷6	100	70	6•	-	
		H 18	0,7÷4,5	145	-	1,5•	-	

Designazione: P-Al99,8 UNI 9001/4 — Design. num. 1080A

Lega*	Si	Fe	Cu	Mn max	Mg	Zn	Ti	Ga	altre imp.	Al min
Composiz. chim.%	0,15	0,15	0,03	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03	0,02	99,80

Semilavorati	Tipo	Stato fisico (1)	Spes. (s) Sez. (A) Diam. (d)	Caratterist. mecc. Rm N/mm²	Rp (0,2)	A %	HB	Applicazioni
Laminati	Lamiere, nastri e bandelle (s)	0	tutti	55÷90	15	35	16	Minuterie metall. (anche anodizz.) Applicaz. di ogni genere di non grande resist. mecc. ma ottima resist. alla corros. e buona malleabilità.
		H 12	0,6÷8	80÷120	55	12	21	
		H 22	0,6÷8	80	50	15	20	
		H 14	0,6÷8	100÷140	70	8	26	
		H 24	0,6÷6	100	60	12	25	
		H 16	0,6÷6	110÷165	90	6	31	
		H 26	0,6÷4	110	80	7	30	
		H 18	0,6÷4	125	-	4	36	
Estrusi	tutti (A)	H 112	16000	55	15	25	16	
Trafilati	Tubi (s)	0	tutti (2)	55-90	15	35	16	(1) UNI 8278 (2) Ø12 a150 (3) Ø12 a100 • % = A 200
		H 14	0,5-8 (3)	95	60	7	26	
		H 18	0,5-4	120	-	4	36	
	Fili (d)	0	tutti	55	15	25•	-	
		H 14	0,7-8	95	60	4•	-	
		H 24	0,7-6	95	55	6•	-	
		H 18	0,7-4,5	125	-	1,5•	-	

(s) = spessore in mm. (A) = sezione in mm. (d) = diametro in mm.

* Caratteristiche fisiche, tecnologiche, trattamenti termici, vedi il riepilogo di seguito.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-AlSilMgMn UNI 9006/4 — Des. num. 6082

Lega	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	altre imp. ciasc.	altre imp. tot.	Al
Comp. chim.%	0,7 1,3	0,50	0,10	0,40 1,0	0,6 1,2	0,25	0,20	0,10	0,05	0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico	Spess. (s) Dia. (d)	Sez. (A)	Caratterist. meccaniche Rm N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A %	HB	
Laminati	Lamiere Nastri Bandel. Piastre (s)	0	tutti	-	150max	90max	18	45	(1) T4, T4510, T4511. (2) T6, T6510, T6511. (3) T6, T6510, T6511, T62. (4) 3000 a31500. (5) 31500 a 49000. (6) T4, T452. (7) T6, T652. (L) long. (T) tras. •%=A200.
		T 4	0,5÷6,5	-	205	110	16	50	
		T 451	>6,5÷30	-	205	110	14	50	
		T 6	0,5÷6,5	-	305	255	10	90	
		T 651	>6,5÷30	-	295	240	8	85	
Estrusi	Profil. e tubi (s)	0	tutti	-	150max	110max	16	50	
		(1)	≤ 20	-	205	110	14	50	
		(2)	≤ 20	-	310	260	10	90	
	Barre (s)(d)	0	tutti	tutte	150max	110max	16	50	
		(3)	≤ 60	3000	310	260	10	90	
			>60÷200	(4)	300	240	8	85	
			200÷250	(5)	270	200	6	80	
Trafilati	Tubi (s)	0	tutti	-	150max	90max	16	45	
		T 4	0,6÷6,5	-	205	110	14	50	
		T 6	0,6÷6,5	-	305	255	10	90	
	Fili (d)	0	tutti	-	150max	90max	12•	-	
		T 4	≤ 8	-	200	100	10•	-	
		T 6	≤ 8	-	300	250	5•	-	
Fucinati e stampati (s)		(6)	≤ 100	-	200L	100L	12L	50	
		(7)	≤ 100	-	310L 290T	260L 250T	6L 5T	90	

Caratteristiche fisiche (indicative)

Massa volumica	2,69 kg/dm³	Coeffic. dilataz. term.lin.	20÷100 °C 23,2·10⁻⁶
Punto di fus. inf.	555 °C		20÷200 °C 24,2·10⁻⁶
Cal.spec.a 100°C	0,96 J/(g·K)		20÷300 °C 25,0·10⁻⁶
Cond.term. St. 0	2,09 W/(cm·K)	Resistività a 20 °C	St. 0 3,14 μ Ω·cm
" " " T6	1,72 "		St. T6 3,85 μ Ω·cm
Modulo di elastic.	690 kN/mm²		

Caratteristiche tecnologiche (indicative)

Lavorabilità plastica a freddo
- St. 0, T4: buona
- St. T6: scarsa

Saldabilità
- all'arco in gas inerte: suff.
- elettrica a resistenza: buona

Lavorabilità all'utensile
- St. 0, T4: ridotta a suff.
- St. T6: buona

Lucidabilità meccanica
- St. 0: suff.
- St. T4, T6: buona

Resist. alla corros. in ambiente
- marino e industr.: suff a buona
- urbano e rurale: buona
- interno asciutto: buona

Attitudine all'ossid. anodica per protezione: buona

Interv. temp. di lavorabilità plastica a caldo da 400÷500°C.

Applicazioni

Particolarmente adatta per costruzioni e strutture meccaniche mediamente sollecitate e richiedenti una buona resistenza alla corrosione (industria chimica, trasporti terrestri e navali.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-AlMg0,5Si0,4Fe UNI 9006/1 (Anticorodal) Des.num.6060

Lega	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	altre imp.		Al
Compos. chim. %	0,3 0,6	0,1 0,3	0,1	0,1	0,35 0,6	0,05	0,15	0,1	ciasc. 0,05	tot. 0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico(1)	Spessore (s) mm	Sezione (A)mm² Dia.(d)	Caratterist.meccaniche Rm N/mm²	Rp (0,2)	A %	HB
Estrusi	Prof. tubi (s)	0	tutti	-	140max	80max	20	40
		T1	s ≤12	-	120	50	16	35
		T5	s ≤12	-	185	145	11	55
		T6	s ≤20	-	205	165	10	60
	Barre (s-A)	0	tutti	tutte	150max	100max	18	45
		T5,T6	≤ 100	≤ 8000	185	145	10	55
		T62	>100÷180	>8000÷25000	175	135	9	50
Trafilati	Tubi (s)	0	0,6÷6,5	-	130max	70max	20	40
		T4	0,6÷6,5	-	120	50	17	35
		T6	0,6÷6,5	-	205	165	11	60
	Fili (d)	0	-	tutti	130max	70max	15•	-
		T8,T10	-	≤ 6	250	220	4•	-

(1) UNI 8278. (•) % A = 200.

Caratteristiche fisiche (indicative)

Massa volumica	2,70 kg/dm³	Coeffic. dilataz. term. lin.	20÷100 °C 23·10⁻⁶
Punto di fus. inf.	605 °C		20÷200 °C 24·10⁻⁶
Cal. spec. a 100°C	0,92 J/(g·K)		20÷300 °C 25·10⁻⁶
Cond. term. St. O	2,09 W/(cm·K)	Resistività a 20°C	St. O 3,14 μΩ·cm
" " " T6	1,75 "		St. T6 3,25 μΩ·cm
Modulo di elastic.	660 kN/mm²		

Caratteristiche tecnologiche (indicative)

Lavorabilità plastica a freddo
- St. 0,T1,T4: buona
- St. T5,T6,T8,T10: scarsa

Saldabilità
- all'arco in gas inerte: buona
- elettrica a resistenza: buona

Lavorabilità all'utensile
- St. 0,T1,T4: ridotta
- T5,T6,T8,T10: suff. o buona

Lucidabilità meccanica
- St. 0,T1,T4: suff.
- T5,T6,T8,T10: buona

Resist. alla corros. in ambiente
- marino e industriale: buona
- urbano e rurale: buona
- interno asciutto: ottima

Attitudine all'ossid. anodica per protez. e usi decorat.: ottima

Interv. temp. di lavorabilità plastica a caldo: da 400÷530°C.

Applicazioni

Lega particolarmente adatta in applicazioni nel campo delle costruzioni edilizie, per facciate continue e per serramenti. Nell'architettura d'interni, per mobili, pareti prefabbricate e decorazioni.

E' usato anche per molteplici impieghi nel campo dei trasporti terrestri e navali. Nelle costruzioni meccaniche e dell'industria chimica, del freddo e anche come barre e tubi di conduzione nelle centrali elettriche.

Leghe di alluminio primario da lavorazione plastica

Designazione: P-AlMg 2,5 UNI 3574 (Peraluman) (Des. num. 5052)

Lega* Comp. chim.%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Altre impurità ciasc.	totale	Al
	0,25 max	0,40 max	0,10 max	0,10 max	2,2÷2,8	0,15÷0,35 max	0,10 max	0,05	0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fis. (1)	Spess. sez. o diam. (2)	Caratteristiche meccaniche Rm N/mm²	Rp	A %	HB	Applicazioni
Laminati	Lam. nast. band.	R	tutti	157÷215	78÷118	22÷30	45÷55	Particolarmente adatta per applic. che richiedono buona deformabilità unita a buona resist. meccanica. Imbutitura profonda (Stato R). (1) UNI 8278 (2) spess.laminati e tubi. sez. estrusi. diametro fili. •A (su 200 mm)
		H20	0,8-6	215÷255	175÷235	8÷15	60÷70	
		H40	0,8-4	255÷285	235÷275	5÷9	70÷85	
Estr.	tutti	Hp	12000	157÷235	78÷127	18÷28	45÷60	
Trafilati	Tubi con Øest. 12-180	R	tutti	157÷215	78÷118	22÷30	45÷55	
		H20	0,6÷<1,2 1,2÷<5 5÷9	215÷255	177÷235	6÷14 7÷14 8÷14	60÷70	
		H40	0,6÷<1,2 1,2÷4	255÷285	235÷275	4÷8 5÷8	70÷80	
	Fili	R	tutti	157÷215	78÷127	12÷20•	-	
		H20	0,7÷<3 3÷8	215÷255	196÷235	5÷10• 6÷10•	-	
		H40	0,7÷<3 3÷4,5	255÷285	235÷275	2÷4 • 3÷4 •		

Designazione: P-AlMg 3,5 UNI 3575 (Peraluman) 5Des. num. 5154 B)

Lega* Comp. chim.%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Zn	Ti	Imp. globali escl. Fe+Si	Al
	0,3 max	0,4 max	0,05 max	0,2-0,4	3,2-3,8	0,01 max	0,1 max	0,1 max	0,2	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fis. (1)	Spess. sez. o diam.(2)	Caratteristiche meccaniche Rm N/mm²	Rp	A %	HB	Applicazioni
Laminati	Lam. nast. band.	R	tutti	206÷255	88÷137	20÷30	55÷70	Particolarmente adatta per applic. strutturali e decorative che debbono essere saldate, buona resist. alla corros. in ambiente marino. (1) UNI 8278. (2) spess.laminati e tubi. sez. estrusi. •A (su 200 mm)
		H20	0,8-6	245÷284	186÷245	12÷18	75÷85	
		H35	0,8-4	284÷324	245÷304	4÷9	85÷100	
Estr.	tutti	Hp	12000	216÷275	88÷157	16÷27	55÷75	
Trafilati	Tubi con Øest. 12-150	R	tutti	216÷255	88÷137	20÷30	55÷70	
		H20	0,6-<1,2 1,2-<5 5-9	245÷284	186÷245	11÷18 12÷18 13÷18	75÷85	
		H35	0,6-<1,2 1,2-4	275÷324	235÷304	3,5÷9 4÷9	85÷100	
	Fili	R	tutti	216÷265	88÷147	12÷20•	-	
		H20	0,7-<3 3-8	245÷284	186÷245	5÷10• 6÷10•	-	
		H35	0,7-<3 3-4,5	284÷324	245÷304	2÷4 • 3÷4 •	-	

* Caratteristiche fisiche, tecnologiche, trattamenti termici, vedi riepilogo di seguito. ** UNI in revisione.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-AlCu4MgMnSi UNI 9002/2 — Des. num. 2017 A

lega	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti+Zn	Altre imp.		Al
Comp. ch. %	0,20 0,8	0,7	3,5 4,5	0,40 1,0	0,40 1,0	0,10	0,25	0,25	ciasc 0,05	tot. 0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico(1)	Spess. (s)	Sez. (A) Dia. (d)	Caratterist. mecc. Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A %	HB	Applicazioni
Laminati	Lamiere Nastri Bandel. Piastre (s)	0	0,5÷12,5	–	220	95	16	60	Particolarm. adatta per applicazioni che richiedono caratt. meccan. sufficientemente elevate e discreta plasticità.
			>12,5÷20	–	220	95	14	60	
		T3	0,5÷6,3	–	385	245	15	95	
		T351	6,3÷12,5	–	390	250	14	95	
			>12,5÷20	–	385	245	13	95	
		T42	0,5÷20	–	350	210	12	85	
Estrusi	Profil. Tubi (s)	0	≤30	–	220	100	14	65	
		T3	≤6,3	–	380	240	14	95	
		T3510	>6,3÷20	–	385	245	12	95	
		T3511	>20÷30	–	380	230	10	95	
		T42	≤30	–	350	210	9	85	
	Barre a sez. piena (A)	0	≤80	≤5000	220	100	12	65	
		T3510	≤80	≤5000	390	260	10	100	
		T3511	>80÷200	(2)	360	220	8	90	
		T42	≤200	≤31400	340	200	7	85	
		(3)	>200÷250	>31400 ≤49000	330	200	6	85	
Trafilati	Tubi (s)	0	≥0,6÷6,3	–	220	100	15	60	(1) UNI 8278
			>6,3÷20	–	220	100	14	60	(2) 5000 31400.
		T3	≥0,6÷6,3	–	375	240	14	95	
		(4)	>6,3÷20	–	380	245	13	95	(3) T4,T42
		T42	≥0,6÷20	–	350	210	12	85	(4) T3510-T3511.
	Barre(5)	(4)	–	≤50	385	255	10	100	(5) Barre a sez.piena(d)
	Fili (d)	0	–	≤ 8	200	100	10•	–	
		T4	–	≤ 8	370	220	6•	–	
		T3	–	≤ 8	380	250	4•	–	(6) Direz. prova long.
		T35	–	≤ 8	420	290	2•	–	
Fuc.St	tutti	T4	≤100	–(6)	380	230	10	95	• % = A 200

Designazione: P-AlCu5,5PbBi UNI 9002/5 — Des. num. 2011

Lega	Si	Fe	Cu	Zn	Pb	Bi	Altre imp.		Al
Comp. ch. %	0,40	0,7	5,0 6,0	0,30	0,20 0,6	0,20 0,6	ciasc. 0,05	tot. 0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico	Spess. (s)	Sez. (A)	Caratterist. mecc. Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A %	HB	Applicazioni
Estrusi	Barre s. p. Tubi	(7)	tutti	≤12000	335	225	12	90	che richied. ottima lavorabilità con utensili da taglio, in particolare su macchine veloci.
		T62	tutti	≤12000	320	200	13	85	
Trafilati	Barre sez. piena	T3	–	≤1250	310	260	10	100	
			–	(8)	300	245	10	95	
		T8	–	(9)	280	210	11	85	
			–	≤5000	370	270	8	100	
	Tubi	T3	>0,6÷12	–	310	260	10	100	(7) T8510-T8511.
			>12÷20	–	300	245	10	95	
		T8	≥0,6÷12	–	390	290	8	105	8)>1250÷2000
			>12÷20	–	370	270	8	100	9)>2000÷5000

Caratteristiche fisiche e tecnologiche, vedi riepilogo di seguito.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-AlCu4,4 SiMnMg UNI 9002/3 (Avional) — Des. num. 2014

Lega	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti+Zr	Ti	Altre imp.		Al
Comp. ch. %	0,50 1,2	0,7	3,9 5,0	0,40 1,2	0,20 0,8	0,10	0,25	0,20	0,15	ciasc. 0,05	tot. 0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico(1)	Spess. (s)	Sez. (A)	Caratterist. meccan. Rm N/mm²	Rp (0,2)	A %	HB	Applicazioni
Estrusi	Barre a sezione piena Profilati e Tubi	0	tutti	tutte	205	125	10	65	Particolarm. adatta per applicazioni che richiedono elevate carat. mecc. Tipico impiego in pezzi fucinati fortemente sollecitati, giunti e particol. aeronautici vari
		(2)	tutti	tutte	345	240	10	95	
		T 42	tutti	tutte	345	200	10	90	
		T 6 T6510 T6511	≤12,5	–	415	365	6	120	
			12,5÷18	–	440	400	6	130	
			>18	≤16000	470	415	6	130	
			>18	>16000 a20000	470	400	5	130	
		T 62	≤18	≤16000	415	365	6	120	
			>18	>16000 a20000	415	365	5	120	

Semilavorati	St. fis.	Spess. (s)	Rm N/mm² L(3)	T	S	Rp (0,2) L	T	S	A % L	T	S	HB
Stampati	T 4	≤100	380	–	–	205	–	–	9	–	–	90
	T 6	≤25	450	440	–	385	380	–	5	2	–	125
		>25÷50	450	440	–	385	380	–	5	1	–	125
		>50÷80	450	435	–	380	370	–	5	1	–	125
		>80÷100	435	435	–	380	370	–	5	1	–	125
Fucinati	T 6 T652	≤50	450	450	–	385	385	–	7	2	–	125
		>50÷80	440	440	425	385	380	380	7	2	1	125
		>80÷100	435	435	420	380	380	370	7	2	1	125
		100÷130	425	425	415	370	370	365	6	2	–	120

(1) UNI 8278
(2) T4,T4510 T4511
(3) Direzione di prova: L = longit. T = trasversale lunga. S = trasversale corta.

Designazione: P-AlSi12MgCuNi UNI 3572 (1) — DES. num. 4032

Lega	Cu	Fe	Si	Mg	Zn	Cr	Ni	altre imp		Al
Compos. chim. %	0,5÷1,3	1,0 max	11÷13,5	0,8÷1,3	0,25 max	0,1 max	0,5÷1,3	0,05 cias	0,15 tot.	resto

Semilavorati	Tipo	St. fis.	Sez. o spess.	Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rs	A %	HB	Stantuffi fucin. o stampati a caldo
Estrusi	tutti	TA	12000	375÷410	295÷335	5÷12	110÷135	bassa dilat.
Fuc.e St.	tutti	TA	100	355÷410	285÷345	4÷12	110÷135	res.a caldo.

(1) Questa norma sarà sostituita dalla UNI 9004/1.
Caratteristiche fisiche e tecnologiche, vedi riepilogo di seguito.

Designazione: P-AlMg 4,5 UNI 7790 (2) — Des. num. 5083

Lega	Cu	Fe,Si	Mg	Mn	Zn	Ti	Cr	altre impur.		Al
Compos. chim.%	0,10 max	0,40 max	4÷4,9	0,4÷1	0,25 max	0,15 max	0,5÷0,25	0,50 ciasc.	0,15 tot.	resto

Semilav.	Tipo	Stato fis.	Sp.(s) Sez(A)	Rm N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A %	HB	Recipienti a press.saldati
Laminati	Lamiere Nastri Band(s)	R	tutti	275÷355	130÷195	16÷25	60÷75	basse temp.Applic.navali e in genere.Resist. corros.
		H10	0,8÷6	305÷365	235÷295	8÷15	80÷90	
		H20	0,8÷4	345÷390	265÷335	6÷9	90÷105	
Estr.	tut.(A)	Hp	12000	265÷345	110÷175	12÷24	60÷75	

(2) Questa norma sarà sostituita dalla UNI 9005/5.
Caratteristiche fisiche e tecnologiche, vedi riepilogo di seguito.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-Al Zn 5,8 Mg Cu Cr UNI 9007/2 — Des. num. 7075

Comp. chim.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti+Zr	Ti	altre impurità ciascuna	altre impurità totale	Al
%	0,40	0,50	1,2 2,0	0,30	2,1 2,9	0,18 0,28	5,1 6,1	0,25	0,20	0,05	0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico °	Spessore mm	Sezione cm²	Rm N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A %	HB	Tipo semilav.	St. fis. °	Spessore mm	*	Rm N/mm²	Rp 0,2 N/mm²	A %	HB
Laminati	Lamiere Nastri Bandelle e Piastre	0	0,5÷12,5	–	275	145	10	70	Stampati	T6	≤50	L	510	435	6	140
			>12,5÷50	–	275	–	9	70				T	490	420	2	
		T6 T62 T651	0,5÷3,2	–	540	470	7	150			>50÷80	L	510	435	6	140
			>3,2÷6,3	–	545	475	7	150				T	485	415	2	
			>6,3÷25	–	540	470	6	150			>80÷100	L	505	425	6	140
			>25÷50	–	530	460	5	145				T	485	415	1	
		T76 T7651	3,1÷6,3	–	500	425	8	140		T73	≤80	L	455	385	6	135
			>6,3÷12,5	–	495	420	7	140				T	425	365	2	
			>12,5÷25	–	490	415	6	140			>80÷100	L	440	380	6	125
		T73 T7351	1÷6,3	–	460	385	8	130				T	420	360	1	
			>6,3÷12,5	–	475	390	7	130		T 7352	≤80	T	425	350	2	125
			>12,5÷25	–	475	390	6	130			>80÷100	L	440	365	6	125
			>25÷50	–	475	390	5	130				T	420	340	1	
			>50÷60	–	455	360	5	125	Fucinati	T6	≤50	L	510	435	8	140
			>60÷80	–	440	340	5	120				T	505	420	3	
Estrusi	Profilati Tubi Barre sez. piena	0	≤70	160	275	165	9	75			>50÷80	L	505	420	8	140
		T6,T62 T6510 T6511	≤6,3	–	540	485	7	150				T	490	405	3	
			>6,3÷12,5	–	560	505	6	155				S	475	400	2	
			>12,5÷70	–	560	495	6	150			>80÷100	L	490	415	7	140
		T73 T73510 T73511	≤6,3	–	470	400	7	130				T	485	400	2	
			>6,3÷35	130	485	420	7	135				S	470	385	1	
			>35÷70	160	475	405	7	130			>100÷130	L	475	400	6	135
												T	470	385	2	
												S	455	385	1	
	Barre sez. piena	0	>70	200	275	165	9	75		T652	>50÷80	S	475	395	1	140
		T6,T62 T6510 T6511	>70÷110	130	560	490	6	150			>80÷100	S	470	385	–	140
			>70÷110	130÷200	540	485	5	150			>100÷130	S	455	380	–	135
			>110÷130	200	540	470	5	145								
			>130÷200	315	510	440	5	140								
		T73 T73510 T73511	>70÷110	130	470	395	6	130		T73	≤80	L	455	385	6	125
			>70÷110	130÷200	450	380	6	130				T	440	370	3	
												S	420	360	2	
	Prof. Barre sez. piena	T76 T76510 T76511	≤3,2	–	495	425	7	140			>80÷100	L	440	380	6	125
			>3,2÷6,3	–	510	440	7	140				T	435	365	2	
			>6,3÷12,5	–	515	450	6	140				S	415	350	1	
			>12,5÷25	130	515	450	6	140			>100÷130	L	425	365	6	120
												T	420	350	2	
												S	400	345	1	
Trafilati	Tubi	0	0,6÷6,3	–	275	145	9	70		T 7352	≤80	L	455	370	6	125
		T6,T62	0,6÷6,3	–	530	455	7	145				T	440	360	3	
		T73	0,6÷6,3	–	455	385	9	130				S	420	345	2	
	Fili	0	–	Ø≤8	275	145	6•	–			>80÷100	L	440	365	6	125
		T6	–	Ø≤8	530	455	4•	–				T	435	345	2	
		T73	–	Ø≤8	470	385	4•	–				S	415	330	1	
											>100÷130	L	425	350	6	120
												T	420	330	2	
												S	400	315	1	

° UNI 8278. • % A200. * Direzione di prova: L = longitudinale, T = trasversale corta, S = trasversale lunga. Applicaz.: Lega particolarmente adatta per applicazioni che richiedono elevate caratteristiche meccaniche. Per le altre caratteristiche, vedere il riepilogo.

Leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica

Designazione: P-AlMgSiCuCr UNI 9006/2 — Des. num. 6061

Lega Comp.ch.%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	altre imp. ciasc	altre imp. tot.	Al
	0,40 0,8	0,7 max	0,15 0,40	0,15 max	0,8 1,2	0,04 0,35	0,25 max	0,15 max	0,05	0,15	resto

Semilavorati	Tipo	Stato fisico	Spess. (s) Dia. (d)	Sez. (A)	Caratterist. mecc Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A %	HB	
Laminati	Lamiere Nastri Bandel. Piastre (s)	0	tutti	–	150max	90max	18	50	(2) T4, T4510, T4511. (3) T6, T 6510, T 6511. (4) T6, T 6510, T 6511, T 62.
		T 4	0,5÷6,5	–	205	110	16	50	
		T 451	>6,5÷30	–	205	110	14	50	
		T 6	0,5÷6,5	–	290	240	10	85	
		T 651	>6,5÷30	–	290	240	8	85	
Estrusi	Profil. e tubi (s)	0	tutti	–	160max	120max	16	50	
		(2)	≤20	–	180	110	14	50	
		(3)	≤20	–	260	240	9	85	
	Barre (s) (A)	0	tutti	tutte	170max	130max	16	55	
		(4)	≤200	≤31500	260	230	8	85	
Trafilati	Tubi (s)	0	tutti	–	160max	90max	16	50	(L)=longitud. (T)=trasvers. •%=A200
		T 4	0,6÷6,5	–	205	110	14	50	
		T 6	0,6÷6,5	–	290	240	10	85	
	Fili (d)	0	tutti	–	160max	90max	12•	–	
		T 4	≤8	–	205	110	10•	–	
		T 6	≤8	–	290	240	5•	–	
Stampati (s)		T 6	≤100	–	265(L)	240(L)	8(L)	85	
Fucinati (s)		T 6	≤100	–	265(L)	240(L)	10(L)	85	
		T 652	≤100	–	260(T)	240(T)	8(L)	85	

Caratteristiche fisiche (indicative)

Massa volumica 270 kg/dm³
Punto di fus. inf. 582 °C
Calore spec. a 100°C 0,96 J/(g·K)
Cond.term. St. 0 1,72 W/(cm·K)
Cond.term. St. T6 1,55 W/(cm·K)
Modulo di elastic. 690 kN/mm²

Coeffic. dilataz. term. lin. 20÷100 °C 23,4·10⁻⁶; 20÷200 °C 24,3·10⁻⁶; 20÷300 °C 25,4·10⁻⁶
Resistività a 20°C St. 0 3,83μΩ·cm; St. T6 4,31μΩ·cm

Caratteristiche tecnologiche (indicative)

Lavorabilità plastica a freddo:
St. 0, T4: buona
St. T6: scarsa
Saldabilità:
all'arco in gas inerte suff.
elettrica a resistenza buona
Lavorabilità all'utensile:
St. 0, T4 ridotta a suff.
St. T 6 buona
Lucidabilità meccanica:
St. 0 suff.
St. T4,T6 buona
Resistenza alla corros. in amb. marino e industr. suff. a buona
urbano e rurale buona
interno asciutto buona
Attitudine all'ossidaz. anodica:
per protezione buona
Intervallo temp. di lavorabilità plastica a caldo da 400÷530°C.

Applicazioni

Particolarmente adatta per applicazioni strutturali richiedenti una buona resistenza alla corrosione. Industria chimica, trasporti terrestri e navali.

Alluminio e leghe di alluminio da lavorazione plastica

Riepilogo delle caratteristiche

	UNI	9001 2a	9001 4a	9002 2a	9002 3a	9002 5a					9007 2a
	ex	4507	4509	3579	3581	6362	3572	3574	7790	3575	3735
Fisiche											
Massa volum. kg/dm³		2,7	2,7	2,79	2,8	2,82	2,69	2,68	2,66	2,67	2,81
Punto di fus.inf. °C		658	659	510	507	540	532	610	579	580	500
Calore spec. J(g.K)		0,92	0,92	0,96	0,96	0,96	0,96	0,84	1,05	0,83	0,88
Condut. termica a 20°C (W/(cm·K))	0	2,09	2,09	1,85	1,93	-					-
	T6-T8	-	-	-	1,55	1,72	1,47	1,59	1,17	1,46	1,17
	T3	-	-	1,26	-	1,51					-
Coef. dilat. term.	20÷100°C 10^{-6}	24	24	23	23	23	19,4	24	23,8	23,5	23,6
	20÷200°C 10^{-6}	25	25	24	24	24	20,3	25	24,8	24,5	24,6
	20÷300°C 10^{-6}	26	26	25	25	25	21,1	26	25,5	25,5	25,6
Resistività 20°C (μΩ·cm)	0	2,76	2,75	3,4	3,45	-					-
	H18	2,86	2,85	-	-	-	4,93	4,3	5,9	4,8	-
	T6-T8	-	-	-	4,30	3,8					5,8
	T76-T3	-	-	5,0	-	4,3					4,5
Modulo elast. kN/mm²		686	686	711	726	700	775	686	695	686	711
Tecnologiche											
Lavor. plast. a freddo	0	O	O	Sf	R	-	S	S	S	Sf	S
	H12-T4-T6-T7	B	B	R	S	-					C
	H14-T3	R	R	R	-	R					-
	H16-H18-T8	S	S	-	-	S					-
Lavor. plast. a caldo		-	-	-	-	-	B	-	-	-	-
Saldabilità	arco in gas	B	B	S	S	S	Sf	B	B	B	Sf
	elet. a res.	B	B	B	Sf	-	C	B	B	B	Sf
Lavorabilità Utens.	0-H12	R	S	-	R	-	R	Sf	B	Sf	-
	H14-H16-H18	Sf	R	-	-	-					-
	T6-T7	-	-	-	B	-					B
	T3-T4-T8	-	-	B	B	O			-		-
Lucidabilità	mecc.	Sf	R	-	-	B	Sf	B	B	B	B
	mecc. 0	-	-	-	R	-			-		-
	mecc. T3-T4-T6	-	-	B	B	-			-		-
	chim. elettrol.	B	O	-	-	-			B		-
Resist. corros. amb.	marino ind.	B	O	S	S	S	S	SF-B	B	B	R
	urbano rur.	O	O	R	R	R	Sf	B	B	B	Sf
	inter. asc.	O	O	B	B	B	B	B	B	B	B
Attitud. ossid. anod.		B	O	Sf	Sf	Sf	S	B	B	B	Sf
Trattamenti termici											
Ricott. completa °C	stato 0 da	360	360	390	390	-	400	370	340	360	400
	stato 0 a	400	400	420	420	-	430	410	360	400	430
	h a regime	2÷4	2÷4	1÷3	1÷3	-	2	2÷4	4÷6	2÷4	1÷3
Ricott. parziale °C	da	150	150	-	-	-	-	-	-	-	-
	a	250	250	-	-	-	-	-	-	-	-
	h a regime	1÷3	1÷3	-	-	-	-	-	-	-	-
Interv. temper. lav. plast. cald. °C	da	350	450	300	300	320	300	360	330	360	300
	a	520	520	500	480	480	460	450	360	420	430

Graduatoria delle Caratterist. tecnolog.
O = ottima R = ridotta
B = buona S = scarsa
Sf = suff. C = cattiva

La UNI 3572 sarà sostituita dalla UNI 9004/1
La UNI 3574 sarà sostituita dalla UNI 9005/2
La UNI 7790 sarà sostituita dalla UNI 9005/5
La UNI 3575 sarà sostituita dalla UNI 9005/8
Per gli stati fisici 0,H,T, vedi UNI 8278.

Alluminio e sue leghe da lavor. plast. - Stati fisici (Rif. UNI 8278)

-Designazione degli stati fisici-
(fra parentesi la design. preced.)

F = Grezzo di lavorazione
0 = Ricotto ..... (R)
H = Incrudito ..... (H)
sempre seguito da due o più cifre
W = Solubilizzazione
T = Trattato termicamente ... (T)
sempre seguito da una o più cifre

-Suddivisione degli stati fisici H ottenuti mediante incrudimento-

H1 = Incrudito
H3 = Incrudito e stabilizzato.
La cifra dopo H1 indica il grado di incrudimento finale ; dopo H2 il grado di incrudimento residuo dopo ricottura; dopo H3 il grado di incrudimento prima della stabilizzazione.
H11 = 1/8 crudo ..... (~H09)
H12,H22,H32 = 1/4 crudo .. (~H18)
H13 = 3/8 crudo ..... (~H27)
H14,H24,H34 = 1/2 crudo .. (~H37)
H15 = 5/8 crudo ..... (~H46)
H16,H26,H36 = 3/4 crudo .. (~H55)
H17 = 7/8 crudo..... (~H64)
H18,H28,H38 = crudo ..... (~H75)
H19,H39 = extra crudo ... (~H100)
La terza cifra, se usata, indica modificazioni dello stato definito dalle prime due.
H111 =semil.meno incr.di H11(H08)
H112 = semilav. che subiscono un trattam. durante la lavoraz. senza controllo sull'incrud. o sul trattamento termico (H04)
H116 = resistente alla corrosione esfoliante con caratt. mecc. intermedie fra H112 e H12. Peculiare delle leghe aventi Mg > 4%. Per questi tipi di lega si ha inoltre
H311 = incrudimento < di H31.
H321 = incrudimento < di H32.
H323 = 1/4 crudo per ottenere una buona resistenza alla corrosione sotto tensione.

H343 = 1/2 crudo per ottenere una buona resistenza alla corrosione sotto tensione.

In tutti i casi, quando la terza cifra é 4, significa incrudimento dovuto alla bugnatura o goffratura eseguita su una lamiera.

Lo stato T si riferisce a semil. trattati termic. fino a raggiungere uno stato stabile diverso da F, da 0 oppure da H, con o senza lavoraz. plastiche supplementari

- Suddivisione dello stato T -

Significato della prima cifra:
T1 = raffreddato e invecchiato naturalmente ..... (TN)
T2 = raffreddato, incrudito, invecchiato naturalmente .....(THN)
T3 = solubilizz. temprato, incrudito, invecch. naturalmente (THN)
T4 = solubilizz. temprato, invecchiato naturalmente ..... (TN)
T5 = raffreddato dopo lavorazione a caldo ed invecchiato artificialmente ..... (TaA-TpA)
T6 = solubilizz. temprato, invecchiato artificialmente ..... (TA)
T7 = solubilizz. temprato, stabilizzato ..... (TS)
T8 = solubilizz. temprato, incrudito, invecch. artificialm. (THA)
T9 = solubilizz. temprato, invecchiato artific. incrudito (THA)
T10 = raffredd. dopo lavorazione a caldo, incrudito, invecchiato artificialmente ..... (TAH)

- Seconda cifra -

1 dopo T3 e T8 =< incr.di T3 e T8
1 dopo T6 = > duttilità di T6.
2 dopo T4 e T6, da stato 0 o F, per controllare la risposta al trattamento termico.
2 dopo T7,da qualsiasi stato, per control.la risposta al trat.term.
3 => resist.alla corr.sotto tens.
6 dopo T3 e T8 => incr.di T3 e T8
6 dopo T6 e T7 => resist. a traz.
7 dopo T3 e T8 => incrudimento di T36 e T86.

- Seconda e terza cifra -

51 = disteso per stiratura.
52 = disteso per compressione.
54 = disteso per stir. e compres.
510 = non raddrizz. dopo stirat.
511 = leggero raddr. dopo stirat.

- Terza cifra -

6 = buona resist. alla corrosione e elevata resistenza a trazione.
Per ulteriori precisazioni dei trattamenti particolari consultare la UNI 8278.

Leghe di alluminio primarie per getti

G-Al=Lega di alluminio primario per getti GD = lega alluminio per getti colati a pressione.	G-Al Si 13 UNI 4514 (Silumin)	G-Al Si 9 Mn Mg UNI 3051 (Inafond S9)	G-Al Si 7 Mg UNI 3599 (Inafond S7)	G-Al Si 5 Cu Mg UNI 3600 (Inafond S52)	G-Al Si 2 Mn Mg UNI 3055 (Anticorodal G)	G-Al Mg 7 UNI 3057 (Peraluman 7)	G-Al Mg 10 UNI 3056 (Peraluman 10)	G-AlCu 10 Fe Mg UNI 3041 (Ternafond C10)	G-Al Cu 4,5 Mg Ti (Montecatini Seal Inafond C5)	G-Al Cu 3 Fe Mg Ni UNI 3046 (Ternafond C3)	GD-Al Si 12 Cu 2 Fe UNI 5076	GD-Al Mg 7,5 Fe UNI 5080	Secondo la UNI 8278 lo stato: R = O (ricotto) TA=T6 (invecch. artificiale). TN=T1(inv.nat.) TS=T7(solubil.) °°Valori limite impegnativi: la caratt. singola o la inferiore.
Lega	Composizione chimica % della lega												Note
Cu	0,10 max	0,1 max	0,10 max	1,1-1,5	0,1 max	0,08 max	0,08 max	9,3-10,7	4,2-5,0	2,9-3,2	2,75-2,5	0,08 max	
Fe	0,7 max	0,7 max	0,7 max	0,7 max	0,6 max	0,5 max	0,5 max	0,5-1,3	≤ 0,30	1,4-1,6	≤ 1,1	≤ 1,0	(1) escluso Fe+Mn+Ti max.
Si	12-13,5	8,5 9,5	6,5-7,5	4,5-5,5	1,8-2,3	0,5 max	0,5 max	1,0 max	≤ 0,25	0,6-0,8	11,0 12,5	0,5 max	(2) escluso Fe max
Mg	0,10 max	0,3-0,45	0,25 0,40	0,40 0,60	0,55 0,75	6,4-7,6	8,5-10,5	0,2-0,4	0,2-0,35	0,5-0,7	0,30 max	6,5-8,0	(3) escluso Fe+Ti+Cr max.
Mn	0,4 max	0,4-0,6	0,4	0,2 max	0,6-0,8	0,2-0,3	0,2-0,5	0,2 max	≤ 0,05	0,1 max	0,50 max	0,5 max	(4) escluso Fe+Ti max.
Zn	0,10 max	0,1 max	0,10	0,10 max	0,1 max	0,2 max	0,2 max	0,2 max	≤ 0,05	0,2 max	0,9 max	0,2 max	(5) escluso Fe+Si max.
Ti	0,15 max	0,15 max	0,2	0,15 max	0,15 max	0,2 max	0,2 max	0,2 max	0,2-0,3	0,10 0,20	0,15 max	0,2 max	(6) escluso Fe+Si+Ti max.
Ni	0,10 max	0,2 max	0,10 max	0,2 max	0,05 max	0,02 max	0,02 max	0,2 max	≤ 0,03	0,5-0,7	0,30 max	0,05 max	(7) escluso Fe+Si ≤
Impurità globali	0,30 (1)	0,4 (2)	0,15 (2)	0,40 (3)	0,2 (4)	0,4 (5)	0,4 (5)	0,4 (6)	0,1 (7)	0,2	1,9 (8)	0,3 (9)	(8) escluso Ti max.
Ogni altra impur. max	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,10 max	0,05 max	(9) escluso Ti, Mn, Si max.
Pb	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	-	0,15 max	0,05 max	
Sn	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,10 max	0,05 max	
Al	resto												

Caratteristiche meccaniche °°						
Design.	Stato forn.	Rm N/mm²	Rp(0,2) N/mm²	A %	HB	Applicazioni
G-Al Si 13 UNI 4514	Gs	167-196	78-98	4-8	50-60	Per getti complessi o a parete sottile Corpi con tenuta a press., ottima colabilità. Richiede modificaz. con Na metallico o con sali speciali.
	Gs R	157-196	69-108	6-10	50-60	
	Gc	177-215	88-108	5-7	55-65	
	Gc R	167-215	78-98	8-10	50-60	

continua alla pagina seguente

segue: Leghe di alluminio primarie per getti

Caratteristiche meccaniche °°						Applicazioni
Design.	Stato forn.	Rm N/mm²	Rp(0,2) N/mm²	A %	HB	
G-Al Si9 Mn Mg UNI 3051	GsTA	215-275	167-225	2-4	80-90	Per usi generali, parti mecc. sollecitate e complesse, scatole del cambio, cassette a tenuta, ecc. Buona tenacità e colabilità.
	Gc	177-235	98-127	3-5	60-75	
	GcTA	245-295	196-255	3,5-5,5	80-95	
G-Al Si7 Mg UNI 3599	Gs	145	100	1,5	55	Per usi generali che richiedono buona colabilità, saldabilità,tenuta a pressione.Cilindri di motori raffreddati a acqua, elementi di pompe, ecc.
	GsTA	215	175	1,4	70	
	Gc	165	110	4	65	
	GcTA	255	175	6	85	
G-Al Si5 Cu Mg UNI 3600	Gs	147-177	127-147	1-2	65-85	Per applicazioni che richiedono buona colabilità, tenuta a pressione, saldabilità. Cilindri di motori raffred. ad acqua, pistoni di compress., corpi di pompe, ecc. (invecch. artific. * 150-160°C8h.** 150-160°C4h.•165-175°C16h).
	GsTA*	245-265	186-215	1-2	95-110	
	GsTA**	215-245	157-186	2-3	85-100	
	Gc	205-245	127-157	4-5	70-95	
	GcTA**	305-345	196-235	5-9	100-130	
	GcTA•	345-390	275-315	2-5	110-140	
G-Al Si2 Mn Mg UNI 3055	GsTA	215-295	196-245	1,0-2,5	80-100	Per usi generali, getti resistenti alla corrosione. La lega é anodizzabile.
	GcTA	245-295	196-275	1,0-3,0	90-105	
G-Al Mg7 UNI 3057	Gs	157-186	98-127	2-4	65-70	Lega partic. adatta per usi generali. Ottima resist. alla corros. marina e buone caratt. tensili. ° Il Mn può essere sost. da Cr con toll. ± 0,1. (Gp interv. ott. di colata 630-700°C).
	GsTN	177-225	118-147	3,5-5	70-80	
	Gc	235-255	108-137	7-10	65-75	
	GcTN	255-295	127-147	5-11	70-80	
	Gp	196-245	98-127	1,5-3	60-80	
G-AlMg10 UNI 3056	Gs	157-196	98-127	1,5-2,5	65-80	Usi gener. ottima resist. a corros. e elevate caratt.statiche e dinam.(urto) Richiede spec. tecn. di fond..(Gp intervallo di colata 635-700 °C).
	GsTN	245-285	147-177	6,5-13	75-85	
	Gc	215-255	118-147	6,0-8,0	70-85	
	Gp	196-235	98-127	1,5-2,5	70-80	
G-AlCu10 Fe Mg UNI 3041	Gs	147-196	127-147	0-1	75-85	Questa lega é particolarmente adatta per applicazioni che richiedono elevate caratteristiche tensili a caldo e per la fabbricazione di pistoni e teste di cilindri.
	GsTN	196-265	167-196	0-1	85-95	
	GsTA	205-295	186-215	0-0,5	110-120	
	Gc	167-205	137-157	0-1	75-90	
	GcTA	275-355	235-255	0-0,5	125-150	
G-Al Cu 4,6 MgTi Montecat. Seal	Gs	167-196	147-186	1-3	80-90	Per usi generali, applicazioni fortemente sollecitate (parti d'interruttori, centri ruota, ecc.).
	GsTN	295-355	196-255	5-9	95-110	
	Gc	196-235	167-205	1-4	85-95	
	GcTN	237-375	205-255	7-14	100-115	
G-Al Cu3 Fe Mg Ni UNI 3046	Gs	186-205	147-167	1-3,0	80-90	Questa lega é particolarmente adatta per usi generali, per getti in sabbia e in conchiglio in cui interessino ottime caratteristiche tensili anche ad alta temperatura. (Gc TS = stabilizzazione a 250°C per 2 ore a regime).
	GsTN	215-275	157-186	1,5-4,0	80-100	
	GsTA	295-375	255-295	1,0-2,0	115-135	
	Gc	245-285	147-167	2,0-4,0	80-95	
	GcTN	295-375	196-225	3,5-7,5	90-110	
	GcTA	315-410	295-355	1,0-5,0	115-150	
	GcTS	285-345	265-295	1,5-5,5	95-130	
GD-AL Si 12 Cu2Fe UNI 5076	GD	265-295	155-195	1-2	85-100	Per parti complesse o a parete sottile che richiedono colab. molto buona. Intervallo ottimo di colata 600-700 °C.
GD-Al Mg 7,5Fe UNI 5080	GD	195-235	120-155	1,5-3	60-80	Per getti con elevata resistenza agli agenti atmosferici e alla corrosione. Richiede speciali tecniche di fonderia. Interv. ottimo di col. 630-700°C.
°Provette UNI 5073,valori non validi per getti						

Caratteristiche fisiche, tecnologiche, trattamenti termici, vedi riepilogo di seguito.

segue: Leghe di alluminio primarie per getti

Riepilogo caratt. fisiche, generali e tecnolog. - Trattam. termici

Riferimento UNI	UNI 4514	UNI 3051	UNI 3599	UNI 3600	UNI 3055	UNI 3057	UNI 3056	UNI 3041	Mont. Seat	UNI 3046	UNI 5076	UNI 5080
Caratteristiche fisiche e generali												
Massa volumica kg/dm³	2,65	2,68	2,68	2,71	2,70	2,62	2,85	2,95	2,80	2,80	2,67	2,62
Temp.di inferiore °C	577	566	560	554	550	545	520	541	549	537	505	545
fusione superiore °C		591	610	627	640	625	620	627	645	633	585	625
Cal.spec.a 100°C J/(g·°C)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	-	-
Cal.lat.fusione J/(g·°C)	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	-	-
Cond.term.a 20°C W/(cm·°C)	1,55	1,46	1,55	1,38	1,67	1,05	0,88	1,46	1,26	1,67	1,4	1,0
Resistiv.a 20°C μΩ·cm	4,5	4,7	4,8	4,2	4,5	7,0	8,2	5,0	5,3	4,95	-	-
Modulo elast.x10³ N/mm²	74,5	74,5	72,6	70,6	70,6	67,7	67,7	73,5	70,6	71,6	74,5	67,5
Coeff. 20-100°Cx10⁻⁶°C⁻¹	20,0	19,5	21,6	22,2	23	24	24,5	22	23,6	22,5	-	-
dilat. 20-200°Cx10⁻⁶°C⁻¹	20,5	20,5	22,6	23,3	23,5	25	25,5	23	24,4	23,5	20,5	25
term. 20-300°Cx10⁻⁶°C⁻¹	21,5	21,5	23,4	24,1	24	26	26,5	24	25,0	24,5	-	-
Ritiro lineare ≈ %	1,30	1,20	1,20	1,30	1,35	1,25	1,20	1,40	1,30	1,35	0,7	1,25
Temp. max fusione °C	780	780	780	780	780	780	800	800	780	790	750	750
Interval- in sabbia da°C	700	690	690	690	680	700	680	680	700	680	-	-
lo ottimo in sabbia a°C	750	730	730	750	720	760	720	790	750	760	-	-
di colata in conch. da°C	700	690	690	680	680	700	680	680	700	680	-	-
di colata in conch. a°C	750	730	730	740	720	760	720	790	730	760	-	-
*Caratteristiche tecnologiche **												
Colabilità	B	B	B	B	M	D	S	S	M	M	B	D
Lavorabilità all'utensile	C	D	M	S	B	B	B	S	B	B	S	B
Tenuta a pressione	B	S	B	B	M	M	D	M	M	M	S	C
Caratt. mecc. a temp.elev.	M	S	M	S	C	M	B	B	S	B	M	M
Lucidabilità	M	M	M	S	B	B	B	S	S	B	M	B
Resist. gener. corrosione	S	M	S	D	B	B	B	C	D	D	M	B
Fragilità al ritiro **	p	p	p	p	m	p	p	m	m	m	p	p
Trattamenti termici (valori indicativi)												
O - ricottura da°C	360	350	350	350	330	330	330	300	300	320	-	-
O - ricottura a°C	400	390	390	390	370	380	380	320	370	360	-	-
O - ricottura per h	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	-	-
T - tempra da°C	-	510	-	-	520	400	400	500	520	-	-	-
T - tempra in acqua a°C	-	530	-	-	540	460	430	515	530	-	-	-
dopo preriscaldam. per h	-	2-4	-	-	2-4	4-8	4-8	8-12	8-24	-	-	-
T - tempra in acqua da°C	-	-	530	510	-	-	-	-	-	520	-	-
calda(60-100°C) a°C	-	-	550	530	-	-	-	-	-	530	-	-
dopo preriscald.(Gs) per h	-	-	12	12	-	-	-	-	-	4-18	-	-
dopo preriscald.(Gc) per h	-	-	8	8	-	-	-	-	-	4-18	-	-
T6 - invecchiamento artificiale da°C	-	150	155	-	155	-	-	150	-	150	-	-
T6 - invecchiamento artificiale a°C	-	175	170	-	165	-	-	175	-	175	-	-
T6 - invecchiamento artificiale per h	-	8-20	4-12	-	8-12	-	-	2-8	-	8-20	-	-
T1 - invecchiamento naturale da°C	-	-	-	-	-	18	18	-	-	-	-	-
T1 - invecchiamento naturale a°C	-	-	-	-	-	20	20	-	-	-	-	-
T1 - invecchiamento naturale per h	-	-	-	-	-	240	240	-	-	-	-	-

Spiegazione dei simboli:
Gs=colato in sabbia grezzo
Gc=colato in conch. grezzo
Gp=pressofuso grezzo
GD=colato a pressione

T=tratt.termicam.
T1=invecch. natur.
T6=invecch. artif.
O = ricottura

*B= buono
S= suffic.
M= mediocre
D= deficiente
C= cattivo

** Fragilità al ritiro:
g = grande
m = media
p = piccola

Comparazione normazioni - Leghe di alluminio da fonderia

ITALIA Designazione	UNI	U.S.A.	ASTM	SAE	G.B. BS 1940	GERMANIA DIN 1725 Blatt.12	FRANCIA N.F.A. 57.702
G-AlCu12	3040	109	-	-	-	-	-
G-AlCu10FeMg	3041	122	GC100	34	LM12	-	A-U10G
G-AlCu10NiSiMg	3042	-	-	-	-	-	-
G-AlCu8	3043	-	-	-	-	-	-
G-AlCu4,5	3044	195	C4A	38	LM11	-	-
G-AlCu4,5Si	-	B195	CS42A	380	-	G-AlCu5Si3	-
G-AlCu4NiMg	3045	142	CN42A	39	LM14	-	A-U4NT
G-AlCu3FeMgNi	3046	-	-	-	-	-	-
G-AlSi21CuNi	6251	-	-	-	-	-	A-S22UNK
G-AlSi12NiMgCu	-	A132	SN122A	321	LM13	-	A-S12NLG
G-AlSi13	4514	A13	S12B	305	LM6	G-AlSi12	A-S13
G-AlSi13CuMn	3048	-	-	-	-	G-AlSi12(Cu)	-
G-AlSi13Cu2Mn	4513	-	-	-	-	-	-
G-AlSi12MnMg	3049	-	-	-	LM9	G-AlSiMg	-
G-AlSi10CuMgNi	3050	D132	SC103A	332	-	-	-
G-AlSi9MnMg	3051	360	SC100B	309	-	G-AlSi10Mg	AS10G
G-AlSi9Cu	3601	380	SC84B	306	LM24	GD-AlSi6Cu3	-
G-AlSi7MgMn	3599	356	SC70A	323	-	-	-
G-AlSi5,5Cu	3052	A108	SC64A	330	LM4	G-AlSi6Cu4	-
G-AlSi5CuMg	3600	355	SC51A	322	LM16	G-AlSi5Cu1	-
G-AlSi4,5MnMg	3054	-	-	-	LM8	G-AlSi5Mg	A-S4G
G-AlSi4Mn	-	43	SN122A	304	LM18	-	-
G-AlSi2MnMg	3055	-	-	-	-	-	-
G-AlMg10	3056	220	G10A	324	LM10	G-AlMg10	A-G11
G-AlMg7	3057	-	GM70B	-	-	-	-
G-AlMg5	3058	-	-	-	LM5	G-AlMg5	A-G6
G-AlMg3	3059	214	G4A	320	-	G-AlMg3	A-G3T
G-AlZn5MgFe	3602	40E	ZG61A	310	-	-	A-Z5G
G-AlSi12,7NiMg	6250	-	-	-	-	-	-
G-AlSi21CuNiMn	6252	-	-	-	-	-	-
G-AlNi2Mn2Ti	6253	-	-	-	-	-	-
G-AlSi12Cu2	7369/1	-	-	-	-	-	-
G-AlSi12Cu1	7369/2	-	-	-	-	-	-
G-AlSi9cU1	7369/3	-	-	-	-	-	-
G-AlSi6Cu4	7369/4	-	-	-	-	-	-
G-AlSiCu4Zn3	7369/5	-	-	-	-	-	-
G-AlSi6Cu2	7369/6	-	-	-	-	-	-
G-AlSi5Cu35Mg	7963	-	-	-	-	-	-
G-AlSi7MgTi	8024	-	-	-	-	-	-
Leghe di alluminio							
Per getti colati a pressione							
GD+ALSi9MgFe	5074	-	-	-	-	-	-
GD-AlSi8,5CuFe	5075	-	-	-	-	-	-
GD-AlSi12Cu2Fe	5076	-	-	-	-	-	-
GD-AlSi5Fe	5077	-	-	-	-	-	-
GD-AlSi13Fe	5079	-	-	-	-	-	-
GD-AlMg7,5Fe	5080	-	-	-	-	-	-
GD-AlSi12CuFeZn	7363	-	-	-	-	-	-

Rame non legato da lavorazione plastica

N°	Rame UNI 5649/1	Composizione chimica % Cu+Ag min	Bi max	Pb max	O_2 max	P	Caratter. elettriche a 20°C Resistività di: massa Ω g/m²	volume Ω mm²/m	Conduttiv. m/Ω mm²	IACS %
(1)	Cu-ETP	99,90	0,001	0,005	0,04	-	0,15596	0,017544	57,00	98,28
(2)	Cu-FRHC	99,90	0,002	0,005	0,04	-	0,15596	0,017544	57,00	98,28
(3)	Cu-FRTP	99,85	0,002	0,01	-	0,05	≈0,178	≈0,02	≈50	≈86
(4)	Cu-OF	99,95	0,001	0,002	-	-	0,15328	0,017241	58,00	100,0
(5)	Cu-HCP	99,95	0,001	0,002	-	0,001 a,005	0,15614	0,017565	56,93	98,16
(6)	Cu-DLP	99,90	0,001	0,01		0,005 a,012	≈0,158	≈0,0178	≈56	≈97
(7)	Cu-DHP	99,90	0,001	0,01		0,013 a,050	≈0,222	≈0,025	≈40	≈69

Rame N°	1	2	3	4	5	6	7	Rame N°	1	2	3	4	5	6	7
lamiere e nastri	x	x	x	x	x	°	x	fili	x	x	-	x	x	-	-
barre e profilati	x	x	x	x	x	x	x	estrusi e laminati	x	x	x	°	°	x	x
tubi	x	x	-	°	°	x	x	fucinati	°	°	-	°	°	-	-

Produz. x =normale, ° =meno frequente, - = previo accordo col fornit.

caratteristiche meccaniche del rame tipo Cu-: ETP, FRTP, OF, DLP, DHP (da UNI 3310). Per i tipi Cu-: FRHC e HCP, UNI in preparazione.

Semil.	Stato di forn. Tipo	Simb.	spess. (s) sez. (A) diam. (d)	Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rr(0,2) N/mm²	A %	A_{100} %	A_{500} %	HB
Estrusi	barre e profil.	Hp	-	196	-	18	-	-	50
Lamin. a freddo (s)	lamiere nastri bandelle e piattine	R	tutti	196÷255	39÷98	40	-	-	40÷60
		H 10	7	255÷315	127÷196	15	-	-	60÷85
		H 20	4	295÷365	205÷295	5	-	-	75÷100
		H 30	2	≥365	≥275	2	-	-	≥90
a caldo		Hp	-	196	-	30	-	-	40
Trafilati	barre e profil. (A)	R	tutte	196÷245	-	40	-	-	40÷60
		H 10	1200	245÷285	-	10	-	-	60÷75
		H 20	200	295÷365	-	5	-	-	75÷90
	tubi (s)	R	fino a 3	215	49	40	-	-	40
			oltre 3	196	49	40	-	-	40
		H0,5	fino a 3	225	59	35	-	-	45
		H 10	fino a 7	255	127	18	-	-	60
		H 20	fino a 5	295	205	8	-	-	75
		H 30	fino a 3	365	295	3	-	-	90
	fili (d)	R	0,3÷0,5	215÷295	-	-	20	15	-
			0,5÷1,5	215÷295	-	-	20	-	-
			1,5÷8	215÷275	59÷127	-	25	-	-
		H 10	1,5 8	275÷355	147÷315	-	6	-	-
		H 20	fino a 1,5	375÷470	-	-	-	0,5	-
			>1,5÷8	375÷450	245÷375	-	1	-	-

Applicazioni:
Semilav. cond. elettrici N° 1-2-3
" non cond.elett. N° 3-6-7
" buona deformabilità N° 3
" " saldabil. N° 3-5-6
" " plastic. N° 5-6-7
" elev.plast.a freddo N° 4
" per leghe special.N° 1-2
Assenza di fragilità in ambiente riducente ..... N° 3-5-6-7

Caratteristiche:
Ottenuto da Cu-CATH ..... N° 1
" " raffin. termica N°2-3
" " Cu-CATH esente da ossido di rame ... N° 4
Rame disossid.alto residuo P N° 7
" " basso " P N° 5
" " bassiss. " P N° 5

Rame legato da lavorazione plastica

Rame UNI 5649/2	Composizione chimica % Ag	P	S	Te	O_2 max	Imp. glob
CuAg 0,05	0,04÷0,08	0,001÷0,005	-	-	0,06	0,05
CuAg 0,1	0,08÷0,12	0,001÷0,005	-	-	0,06	0,05
CuAg 0,05(OF)	0,04÷0,08	-	-	-	0,001	0,05
CuAg 0,1 (OF)	0,08÷0,12	-	-	-	0,001	0,05
CuAg 0,05 (P)	0,04÷0,08	0,004÷0,012	-	-	-	0,10
CuAg 0,1 (P)	0,08÷0,12	0,004÷0,012	-	-	-	0,10
CuCd 0,5 (1)	-	-	-	-	-	0,30
CuCd 1 (2)	-	-	-	-	-	0,30
CuAs (P)(3)	-	0,013÷0,012	-	-	-	0,30
CuS (P 0,01)	-	0,004÷0,012	0,20÷0,50	-	-	0,10
CuS (P 0,03)	-	0,013÷0,050	0,20÷0,50	-	-	0,10
CuTe (OF)	-	-	-	0,30÷0,80	-	0,10
CuTe (P)	-	0,004÷0,012	-	0,30÷0,80	-	0,10
CuCr (4)	-	-	-	-	-	0,10
CuZr (5)	-	-	-	-	-	0,10
CuCrZr (6)	-	-	-	-	-	0,10
CuZn (7)	-	-	-	-	-	0,10

Altri elementi della composizione chimica: (1) Cd 0,30÷0,70. (2) Cd 0,70÷1,30. (3) As 0,15÷0,50. (4) Cr 0,30÷1,20. (5) Zr 0,10÷0,20. (6) Cr 0,50÷1,20,Zr 0,04÷0,20. (7) Zn 0,40÷0,70. (Tutti i tipi):Cu resto.

Caratteristiche elettriche e produzione dei semilavorati

Il valore di riferimento della resistività di volume e della conduttività é quello del rame campione ricotto IACS che a 20°C ha resistività di 0,017241 Ω mm²/m e conduttività 100 IACS.

Rame UNI 5649/2	Res.vol. Ω mm²/m	Cond. IACS%	Lamiere e nastri	Piattine	Barre e profilati	Tubi	Fili	Fucinati
CuAg 0,05	0,017415	99°	x	x	x	-	x	-
CuAg 0,1	0,017415	99°	x	x	x	-	x	-
CuAg 0,05 (OF)	0,017415	99°	x	x	x	-	x	-
CuAg 0,1 (OF)	0,017415	99°	x	x	x	-	x	-
CuAg 0,05 (P)	0,018148	95°	x	x	x	-	x	-
CuAg 0,1 (P)	0,018148	95°	x	x	x	-	x	-
CuCd 0,5	0,019157	90°°	x	•	x	-	x	-
CuCd 1	0,021551	80°°	•	•	x	-	x	-
CuAs (P)	0,043102	40°°	x	-	x	x	-	•
CuS (P 0,01)	0,020284	85°°	-	-	x	-	-	-
CuS (P 0,03)	0,022988	75°°	-	-	x	-	-	-
CuTe (OF)	0,019157	90°°	-	-	x	-	-	-
CuTe (P)	0,021551	80°°	-	-	x	-	-	-
CuCr	0,022988	75°°°	•	•	x	•	-	x
CuZr	0,019157	90°°°	x	-	x	-	-	-
CuCrZr	0,022988	75°°°	x	-	x	-	-	-
CuZn	0,021551	80°°	x	-	-	-	-	-

Allo stato: ° ricotto, °° incrudito, °°° temprato e rinvenuto.
x = semilavorati normalmente prodotti. • = meno frequentemente prodotti. - = non praticamente impiegati; possono tuttavia essere ottenuti previo accordo col fornitore.

Leghe di rame da lavorazione plastica

Bronzi binari allo stagno, da UNI 2527, per la produzione di semilav.

Designaz. UNI 2527	Composizione chimica percentuale							
	Sn	P	Cu	Impurità max				
				Fe	Pb	Sb	Zn	altre
Cu Sn 2	1,5-2,5	0,02-0,20	resto	0,1	0,05	0,05	0,3	0,3
Cu Sn 4	3,5-4,5	0,02-0,20	resto	0,1	0,05	0,05	0,3	0,3
Cu Sn 7	6,0-7,5	0,02-0,30	resto	0,1	0,05	0,05	0,3	0,3
Cu Sn 8	7,5-9,0	0,02 0,40	resto	0,1	0,05	0,05	0,3	0,3

Cartteristiche fisiche e generali (valori indicativi)

Qualità		Cu Sn 2	Cu Sn 4	Cu Sn 7	Cu Sn 8
Massa volumica kg/dm³		8,89	8,86	8,80	8,80
Intervallo di fusione °C		1035-1075	950-1050	900-1030	880-1020
Calore specif. a 20°C J(g·°C)		0,38	0,38	0,38	0,38
Cond. term. 20°C,St.0 W/(cm·°C)		2,09	0,71	0,63	0,63
Coeff. dilat.25-300°C 10^{-6}°C^{-1}		17,8	17,8	18,2	18,2
Res. elett. 20°C,St.0 μΩ·cm		3,5	7,5	12	13
Cond. elett.20°C risp. CuIACS %		49,26	22,99	14,40	13,26
Modulo elasticità N/mm²		118000	110000	110000	110000
Struttura		alfa	alfa	alfa	alfa
Produz. semilavorati. x normalmente prod. (x) meno freq. prodotti.	Lamiere e nastri	x	x	x	x
	Piattine	x	x	x	x
	Barre e profil.	(x)	x	x	x
	Tubi	(x)	(x)	x	x
	Fili	x	x	x	x

Leghe speciali di rame, da UNI 2528, per la produzione di semilavor.

Designaz. UNI 2528	Composizione chimica percentuale						
	Mn	Si	Ni	Be	Ni+Co	Cu	Impurità max
CuSi3 Mn1	0,8-1,2	2,7-3,5				resto	FeO,2 NiO,3 PbO,05 ZnO,3 Glob.0,5
Cu Si 1,5	0,75	1,0-2,0					FeO,3 PbO,05 ZnO,5 Glob.0,5
CuNi 2 Si		0,5-0,8	1,5-2,5				Globali 0,5
Cu Be 2				1,8-2,1	0,2-0,6		Ni+Co+Fe 0,6 Glob. 0,5

Caratteristiche fisiche e generali (valori indicativi)

Qualità		CuSi3Mn1	Cu Si 1,5	CuNi 2 Si	Cu Be 2
Massa volumica kg/dm³		8,55	8,75	8,9	8,25
Intervallo di fusione °C		970-1025	1030-1060	1040-1070	864-955
Calore specif. a 20°C J(g·°C)		0,38	0,38	0,38	0,42
Cond.term. 20°C,St.0 W/(cm·°C)		0,38	0,59	0,84	0,59-0,71
Coeff. dilat.20-300°C 10^{-6}°C^{-1}		18	17,9	18	17,8
Res. elett. 20°C,St.0 uΩ·cm		24,9	14	10	5,7-7,8
Cond.elett.20°C risp.Cu IACS %		5	12	17	30
Modulo elasticità N/mm²		103000	117500	137500	132500
Struttura		alfa	alfa	alfa	alfa
Produz. semilavorati. x = normalmente prodotti. (x) meno freq. prodotti.	Lamiere e nastri	x	x	x	x
	Piattine	x	x		x
	Barre e profil.	x	x	x	x
	Tubi	x	x	x	(x)
	Fili	(x)		x	x
	Fucinati	(x)		x	(x)

Leghe di rame da lavorazione plastica

Cupronichel per la produzione di semilavorati

Designazione UNI 7280	Composizione chimica percentuale								
	Ni*	Fe	Mn	Cu	Impurità max				
					Sn	Zn	S	C	Glob.*
CuNi25	24÷26	≥0,3	≥0,5	resto	0,05	0,2	0,02	0,05	0,1
CuNi30	30÷32	≥0,3	≥0,5	resto	0,05	0,2	0,02	0,05	0,1
CuNi5Fe1Mn	4,5÷6,0	1,0÷1,5	0,3÷0,8	resto	0,05	0,3	0,05	0,05	0,1
CuNi10Fe1Mn	9,0÷11,0	1,0÷2,0	0,3÷1,0	resto	0,05	0,5	0,05	0,05	0,1
CuNi20Mn1Fe	19,0÷22,0	0,4÷1,0	0,5÷1,5	resto	0,05	0,5	0,05	0,05	0,1
CuNi30Mn1Fe	29,0÷32,0	0,4÷1,0	0,5÷1,5	resto	0,05	0,5	0,05	0,06	0,2
CuNi44Mn1	43,0÷45,0	≤0,5	0,5÷2,0	resto	0,02	0,2	0,05	0,05	0,1

*Co fino a 0,5% é considerato come Ni. Quando si desideri che un elemento compreso fra quelli previsti nella comp. chim. percent. sia totalmente assente o presente nella lega in un tenore limite prestabilito devono essere presi accordi in tal senso all'ordinaz.

Caratteristiche fisiche e generali delle leghe (valori indicativi)

Qualità	Cu Ni 25	Cu Ni 30	CuNi 5Fe1 Mn	CuNi 10Fe1 Mn	CuNi 20Mn1 Fe	CuNi 30Mn1 Fe	Cu Ni44 Mn1
Massa volumica kg/dm³	8,95	8,95	8,90	8,90	8,95	8,95	8,90
Intervallo di fusione °C	1150÷1220	1170÷1240	1090÷1125	1110÷1145	1130÷1190	1170÷1240	1225÷1300
Calore spec. 20°C J(g·°C)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,42
Cond.term. 20°C(R) W/(cm°C)	0,33	0,29	0,63	0,50	0,38	0,29	0,21
Dil. ter. 20-300°C 10^{-6}°C^{-1}	16	16	17	17	16	16	15
Res. elet. 20°C(R) μΩ·cm	34	34	12	19	29	34	49
Cond. elet.20°C risp.IACS %	5	5	14	9	6	5	3,5
Modulo di elasticità kN/mm²	146	152	132,5	135,5	145	145	164,5
Struttura	Alfa	Alfa	Alfa	Alfa	Alfa	Alfa	Alfa
Produzione semilav. (Il segno x indica i semil. norm. prodotti, il segno (x) i semil. meno frequent. prodotti). Lamiere	x	x	(x)	x	x	x	(x)
Nastri	x	x	(x)	(x)	(x)	(x)	x
Barre				(x)		x	x
Tubi		x	(x)	x	(x)	x	
Fili	(x)			(x)		x	x
Fucinati		(x)		(x)			

Caratteristiche tecnologiche dei semilavorati

Saldabilità: ossiacetilenica	M	B	B	B	M	B	–
Saldabilità: elettr. ad arco	C	C	C	C	C	C	C
Saldabilità: in atm.gas inerte	O	O	B	O	O	O	O
Saldabilità: a resistenza	B	O	B	B	B	B	B
Resist. gen. alla corros.	M	M	B	B	B	O	B
Lav. utens.% risp. l'ottone	20	20	20	20	20	20	20
Temper. di lavorabilità plastica a caldo in °C	900÷1000	925÷1025	825÷950	850÷950	875÷975	925÷1025	950÷1050
Trattamenti termici Temp. di ricottura in °C	650÷825	650÷850	600÷825	600÷825	650÷825	650÷850	700÷875

Caratteristiche meccaniche nella pagina seguente.

Leghe di rame da lavorazione plastica

segue: Cupronichel - Caratteristiche meccaniche dei semilavorati

Laminati (lamiere, nastri,, bandelle, dischi)

Designazione UNI 7280	Stato fisico Denom.	Stato fisico Simb.	dimensioni spess. s	dimensioni largh. l	R min N/mm²	Rr0,2 min N/mm²	A min %	HB min F=10D²
Laminati a freddo								
Pl-CuNi25	ricotto	R	0,5a5	<600	315	110	35	85
	incrud.	H4			432	-	15	125
Pl-CuNi30	ricotto	R	0,5a10	<600	335	110	35	85
	incrud.	H4	0,5a1,5	<600	470	-	15	125
Pl-CuNi5FelMn	ricotto	R	0,5a10	<600	275	90	35	60
	incrud.	H2	0,5a1,5	<600	363	325	10	100
Pl-CuNi10FelMn	ricotto	R	0,3a10	<1500	295	100	30	65
	incrud.	H4			412	-	12	120
Pl-CuNi20Mn1Fe	ricotto	R	0,3a10	<1500	315	110	30	80
Pl-CuNi30Mn1Fe	ricotto	R	0,2a10	<1500	335	120	35	85
	incrud.	H4			470	-	12	135
Pl-CuNi44Mn1	ricotto	R	0,2a5	<600	420	145	40	95
	incrud.	H5			590	-	3	155
Laminati a caldo								
Pl-CuNi10FelMn	grezzo	Hp	20a80	<1500	275	100	25	60
Pl-CuNi30Mn1Fe	grezzo	Hp	20a80	<1500	343	148	30	85

Trafilati (tubi, barre, profilati e fili)

Tubi								
			Spess.	diam.				
Pt-CuNi30	ricotto	R	min Ø 0,5 ÷ 15 Ø > 15: min 4% max±10% del Ø	6a70	365	130	30	80
	incrud.	H4			490	373	10	140
Pt-CuNi5FelMn	ricotto	R		6a60	295	118	33	65
Pt-CuNi10FelMn	ricotto	R		6a160	275	100	30	60
	incrud.	H2			415	314	12	120
Pt-CuNi30Mn1Fe	ricotto	R		6a70	365	130	30	85
	incrud.	H4			510	392	7	140
Barre e profilati								
			sezione	spess.				
Pt-CuNi30Mn1Fe	ricotto	R	≤1500	≤40	375	120	35	95
	incrud.	H4			442	373	15	125
Pt-CuNi44Mn1	ricotto	R	≤600	≤20	420	145	35	95
Fili								
			diametro					
Pt-CuNi30Mn1Fe	ricotto	R	<2		390	165	20	-
	incrud.	H5	<1		540	440	5	-
Pt-CuNi44Mn1	ricotto	R	<2		440	185	30	-
	incrud.	H5	<1		590	540	4	-

Esempi di applicazione

P-CuNi25: Applicaz. elettriche, monete, gettoni e simili, laminati di uso generale.
P-CuNi30: Laminati e tubi per usi generici.
P-CuNi5FelMn: Applicazioni marine tubi e raccordi, cinture di forzamento.
P-CuNi10FelMn: Piastre tubiere applicazioni marine e chimiche, tubi e raccordi.
P-CuNi20Mn1Fe: Stessi usi del tipo P-CuNi25.
P-CuNi30Mn1Fe: Piastre tubiere applicazioni marine e chimiche, tubi e raccordi, nastri per tubi saldati, parti strutt. di motori.
P-CuNi44Mn1: Applicazioni elettr.

Leghe di rame da lavorazione plastica

Cupralluminio - Lamin., barre e profil. estrusi, fucin. trafilati

Composizione chimica percentuale

Qualità UNI 7989	Al	Fe	Ni	Mn	As	Cu	Imp. tot.
P-CuAl5	4,5÷6,5	-	0÷0,2	0÷0,2	0÷0,35	93	0,25
P-CuAl8	7,0÷9,0	0÷0,5	0÷0,8	0÷0,2	-	90	0,40
P-CuAl8Fe3	8,0÷9,5	2,5÷3,5	0÷0,8	0÷0,5	-	87	0,40
P-CuAl10Fe5Ni5	9,0÷11,0	4,0÷5,0	4,0÷5,0	0÷1,5	-	79	0,40

Caratteristiche meccaniche

Qualità	Stato fisic Simb.	Dimens. S (sez.) Sp (spess)	R min N/mm²	Rp0,2 min N/mm²	A min %	HB min
- Laminati -						
Pl-CuAl5	R	Sp tutti	340	120	45	80
	H	Sp ≤15	440	245	25	115
Pl-CuAl8	R	Sp tutti	370	145	30	90
	H	Sp ≤15	440	245	20	120
Pl-CuAl8Fe3	R	Sp >3	470	225	35	90
	H	Sp 3÷10	530	315	28	125
	H	Sp >10÷25	510	265	30	120
Pl-CuAl10Fe5Ni5	R	Sp 6÷25	625	265	10	150
		Sp >25÷50	605	245	12	140
		Sp >50	560	225	15	130
- Barre e profilati estrusi (Pe-); Fucinati (Pf-)						
P-CuAl8Fe3	Hp	S≥150Sp≥3	550	245	20	150
P-CuAl10Se5Ni5		S≥250Sp≥5	685	345	10	170
- Trafilati (tubi)						
Pt-CuAl5	R	S 1÷3	370	118	50	70
	H		470	295	25	110
Pt-CuAl8	R	S 2÷10	390	137	35	90
	H	S 2÷8	490	314	15	130
- Trafilati (barre e profilati)						
Pt-CuAl5	R	S tutti	345	115	50	75
	H		490	345	25	115
Pt-CuAl8	R	S ≥25	370	125	40	90
	H		490	295	15	125
Pt-CuAl8Fe3	R	S ≥120	440	215	40	115
	H		610	390	15	160
Pt-CuAl10Fe5Ni5	R	S ≥200	705	375	10	180
	H		765	440	8	200

Esempi di applicazione

P-Cu Al5: Part. macch. industria cartaria, condensat. e vaporatori, tubi scambiat. di calore, serbatoi, casse d'acqua.
P-Cu Al8: Tubi per acque salate, autoclavi, reattori, partic. scamb. calore, lamiere forate per vagli, monete, medaglie, ecc., elettrodi e strumenti amagnetici e antiscintilla.
P-Cu Al8 Fe3: Recip. ind. di processo, catene e ganci per decappaggio, piastre tubiere, parti di pompe, elettrodi, utensili antiscintilla.
P-Cu Al10 Fe5 Ni5: Stampi per sagomare e per mat. plast., fissaggi alta resist., ingran. cusc., boccole, part. di pompe e valv. recip. per vapori acidi.

- Caratteristiche fisiche e generali della lega -

Qualità		P-CuAl5	P-CuAl8	P-CuAl8Fe3	P-CuAl10Fe5Ni5
Massa volumica	kg/dm³	8,2	7,8	7,6	7,6
Cal. spec. a 20°C	J/(g·K)	0,42	0,42	0,42	0,42
Cond. term. (R)	W/(cm·K)	0,84	0,71	0,67	0,46
Coeff. dil. (25-300°C)	MK⁻¹	18	17	17	17
Resist. elettr. (R)	μΩ·cm	11÷10	13÷11	14÷12	25÷19
Cond. elettr. (risp. IACS)	%	15÷18	13÷15	12÷14	7÷9
Mod di elasticità	N/mm²	126000	123500	117500	127500

- Trattamenti termici -

Ricottura	°C	550÷750	550÷750	650÷800	650÷850
Distensione	°C	300÷400	300÷400	350÷450	350÷450
Temperatura di lavorab.	°C	800÷900	800÷900	800÷925	850÷875

Leghe di rame da lavorazione plastica

Alpacche UNI 9222 - Composizione chimica %

Qualità	Cu	Ni	Pb	Fe	Mn	a.i.	Zn	
P-CuNi18Zn20	60÷64	17÷19	0,03	0,30	0,50	0,30	resto	Caratter.fisi-
P-CuNi18Zn27	53÷57	17÷19	0,03	0,30	0,50	0,30	resto	che e tecnolo-
P-CuNi12Zn24	62÷65	11÷13	0,05	0,30	0,50	0,30	resto	giche, vedere
P-CuNi12Zn23Pb1	61÷64	11÷13	0,8÷1,4	0,30	0,50	0,30	resto	pag. seguente.

Caratteristiche meccaniche

Qualità		P-CuNi18Zn20				P-CuNi18Zn27				P-CuNi12Zn24				PCuNi12Zn23Pb1			
		R	Rr	A	HB	R	Rr	A	HB	R	Rr	A	HB	R	Rr	A	HB
		min				min				min				min			
Laminati (lamiere e nastri)																	
°R	spess.	365	175	40	90	380	175	40	90	340	155	45	85	320	150	35	80
H2	0,2÷0,5	430	290	22	135	460	290	20	135	410	250	27	125	410	340	20	115
H4	0,2÷2	520	430	6	160	620	500	6	180	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,2÷5	-	-	-	-	-	-	-	-	470	380	12	145	470	430	10	125
H5	0,2÷2	610	530	-	190	710	600	-	205	540	470	-	165	540	530	-	150
H6	0,2÷2	-	-	-	-	800	700	-	225	610	530	-	185	-	-	-	-
Trafilati (barre e profilati)																	
R	Ø 10 s 8	390	175	40	90	390	175	35	95	340	155	40	85	-	-	-	-
H	3÷40	470	330	20	135	-	-	-	-	430	290	18	130	-	-	-	-
2	4÷12 2÷10	-	-	-	-	475	375	15	140	-	-	-	-	410	240	25	120
H	2÷10 2÷8	540	440	5	165	-	-	-	-	530	440	3	160	-	-	-	-
4	4÷12 2÷10	-	-	-	-	570	410	5	180	-	-	-	-	-	-	-	-
H	4÷10 4÷8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	490	370	28	150
5	1÷4 -	640	560	-	190	-	-	-	-	640	560	-	190	-	-	-	-
Trafilati (tubi)																	
R	spess. 3	370	175	40	95	-	-	-	-	340	155	45	85	-	-	-	-
H2	3	440	290	20	135	-	-	-	-	420	250	27	125	-	-	-	-
H4	2	540	470	6	160	-	-	-	-	490	380	12	150	-	-	-	-

Trafilati a freddo (fili)

Qualità	Caratt. mecc.		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
	diametri		0,1÷0,3		0,3÷0,8		0,8÷1,5		1,5÷3		3÷8	
P-CuNi18Zn20	Stato fisico	R	450	18	440	23	430	25	420	30	410	30
		H2	-	-	520	4	510	5	500	10	490	12
		H4	-	-	610	1	600	2	600	3	580	3
		H5	-	-	720	-	700	1	680	1	660	1
		H6	850	-	840	-	820	-	800	-	770	-
P-CuNi18Zn27	Stato fisico	R	-	-	430	20	420	23	410	25	-	-
		H2	-	-	580	4	570	5	560	6	-	-
		H4	-	-	690	-	680	-	670	-	-	-
		H5	-	-	830	-	825	-	820	-	-	-
		H6	-	-	860	-	850	-	840	-	-	-
P-CuNi12Zn24	Stato fisico	R	430	20	410	25	380	30	360	35	360	35
		H2	-	-	490	5	470	8	450	12	440	15
		H4	-	-	590	2	570	3	550	5	530	5
		H5	-	-	690	-	670	-	650	-	620	2
		H6	850	-	810	-	790	-	770	-	750	-

° R=ricotto,H2=semid.H4=duro,H5=duro per molle,H6=extra duro per molle.

Esempi di applicazione:
P-CuNi18Zn20- Rivetti, viti, fili, parti ottiche,base per silver-plated, bigiotteria, radiotecnica.
P-CuNi18Zn27- Molle e contatti apparecch. elettriche, telef., elettron., filo resisten. elettriche, strumenti chirurgici ed odontotec.
P-CuNi12Zn24- Parti ottiche e foto grafiche, targhette, base per silver-plated.
P-CuNi12Zn23Pb1- Parti di orologeria e di strumentazioni varie, chiavi, targhette.

segue

Leghe di rame da lavorazione plastica

segue: Alpacche UNI 9222
Caratteristiche fisiche e generali della lega (valori indicativi)

Caratteristiche fisiche e generali	Lega P-CuNi 18Zn20	P-CuNi 18Zn27	P-CuNi 12Zn24	P-CuNi12 Zn23Pb1
Massa volumica kg/dm³	8,7	8,7	8,7	8,7
Intervallo di fusione °C	1070÷1000	1000÷1055	1000÷1050	1000÷1040
Calore specifico J/(g K)	0,38	0,38	0,38	0,38
Condutt. termica a 20 °C stato C J/(cm K)	0,33	0,29	0,34	0,32
Coefficiente dilatazione termica lin. da 25 a 300°C 1/MK	14,8	15	15	14,3
Resistività elettrica a 20°C stato R uΩ m	29	31	22	22
Conduttività elettr. a 20°C rispetto al rame IACS %	5,9	5,5	7,8	7,8
Modulo di elasticità N/mm²	130000	135000	129000	125000
Caratteristiche tecnologiche				
Saldabilità ossiacetilenica	Suff.	Suff.	Suff.	Insuff.
Saldabilità all'arco in atmosfera inerte	-	Suff.	-	-
Saldabilità a resistenza - per punti e continua - di testa	 Suff. Suff.	 Suff. Suff.	 Suff. Suff.	 Insuff. Scarsa
Lavorabilità all'utensile (in rapporto % all'ottone P-CuZn40Pb2 UNI 5705)	20	30	20	60
Lavoraz. plastica a caldo	Scarsa	Scarsa	Scarsa	-
Lavoraz. plastica a freddo	Buona	Buona	Buona	Media
Trattamenti termici				
Ricottura °C	600÷800	600÷800	600÷800	600÷750
Distensione °C	250÷300	250÷300	250÷300	250÷350
Lavorab. plastica a caldo °C	950÷1050	900÷1000	850÷950	-
Impiego per la produzione di semilavorati				
Lamiere	x	x	x	x
Nastri	x	x	x	x
Barre e profilati	x	x	x	x
Tubi	(x)		(x)	
Fili	x	(x)	(x)	

Il segno x indica i semilavorati che, di regola, sono prodotti.
Il segno (x) indica i semilavorati meno frequentemente prodotti.
L'assenza di segno significa che la qualità di lega non trova normalmente applicazione per la produzione di quel semilavorato, ma non esclude la possibilità di impiegarla previo accordo tra committente e fornitore.

Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario

Lega		Composizione chimica percentuale									
		Cu (1)	Pb	Fe	Al	Sn	Si	Mn	Ni	Imp. glob. esc. Ni Mn	Zn
				max							
P-Cu Zn 40	teorica	60	–	–	–	–	–	–	–	–	40
UNI 4891	in semil.	59-61	0,20	0,20	0,10	0,20	0,15	0,20	0,30	0,50	resto
P-Cu Zn 37	teorica	63	–	–	–	–	–	–	–	–	37
UNI 4892	in semil.	62-64	0,20	0,20	0,10	0,20	0,15	0,10	0,30	0,50	resto

Qualità	Tipo	St. for nit.	Spess. mm Sezione mm²	P-Cu Zn 40 UNI 4891 Caratteristiche meccaniche (2) R N/mm²	Rr N/mm²	A5 %	HB (3)	P-Cu Zn 37 UNI 4892 R N/mm²	Rr N/mm²	A5 %	HB
Laminati	Lam. nastri, ban.	R	–	355-420	145-295	35	75-100	–	–	–	–
	piattine	H10	sp. 20	400-490	295-440	18	90-140	–	–	–	–
		H20	sp. 5	470-590	390-570	5	130-180	–	–	–	–
Laminati incruditi	Lam. nastri, bandelle e piattine	H 5	sp. 10	–	–	–	–	345-390	145-345	35	70-95
		H10	" 7	–	–	–	–	375-440	215-310	25	80-120
		H20	" 4	–	–	–	–	430-510	345-490	8	110-160
		H30	(4)" 2	–	–	–	–	≥490	–	–	≥140
Laminati ricotti *		R1		–	–	–	–	375	155	45	80
		R2		–	–	–	–				
		R3		–	–	–	–	355	135	50	75
		R4		–	–	–	–				
Es.Fu.St.	bar. prof.	Hp		295	–	30	50	–	–	–	–
Estrusi	bar. prof.	Hp		–	–	–	–	275	–	25	50
Trafilati	Tubi	R	–	355-420	145-295	35	75-100	295-375	88-175	50	55-80
		H05	sp. 8	–	–	–	–	345-390	145-345	35	70-95
		H10	sp. 5	400-490	295-440	18	90-140	375-450	215-390	25	80-125
		H20	sp. 3	470-590	390-570	5	130-180	430-550	345-530	5	110-170
	Profilati e barre	R	–	355-420	–	35	75-100	295-375	–	50	55-80
		H05	–	–	–	–	–	345-390	–	35	70-95
		H10	sz.1200	400-490	–	18	90-140	375-440	–	25	80-120
		H20	sz. 200	470-590	–	5	130-180	–	–	–	–
		H20	sz. 120	–	–	–	–	430-510	–	8	110-160
			Diamet.			A500	A100			A500	A100
	Fili (5)	R	≤1,50	375-450	–	10	25	335-410	–	15	30
			1,51-8	375-430	–	–	25	315-390	–	–	30
		H10	≤1,50	430-550	–	2	5	390-530	–	2	5
			1,51-8	410-540	–	–	8	375-510	–	–	8
		H20	≤1,50	540-785	–	–	1	510-735	–	–	1
			1,51-8	520-735	–	–	2	490-685	–	–	1
		H30	≤1,50	735	–	–	–	685	–	–	–
			1,51-8	685	–	–	–	675	–	–	–

*	Dim. medie grani nom.	min.	max.	Imbutibilità	Aspetto superf.
R1	0,015	•	0,025	media	inalter.
R2	0,025	0,015	0,035	buona	liscia
R3	0,035	0,025	0,050	profonda	suffic.
R4	0,060	0,040	0,090	molto prof.	rugosa

(1) Ni e Mn sono calcolati come Cu. (2) Impegnat. per lamin. spess. ≥ 0,20 mm. I valori di A sono indicativi per spess. < di 0,50 mm. (3) Valori validi per laminati spess. ≥ 0,50 mm. (4) Valori validi per largh. di 670 mm max. (5) I valori di A per fili (incruditi) sono validi solo per Ø ≥ 0,50 mm. * Dati indicativi essendo determinanti le dimensioni dei grani crist. A richiesta si possono precisare i gradi di ricottura. •Mater. da ricristallizzare. Caratteristiche fisiche, tecnologiche e tratt. term. vedi riepilogo di seguito. Esempi di applicazione: (UNI 4891) Lega particolarmente adatta per pezzi fucinati o stampati. Piastre tubiere per condensatori e refrigeranti.
(UNI 4892) Lega particolarmente adatta per laminati, imbutiti, tubi, fili e minuterie metalliche

Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario

Lega		Composizione chimica percentuale									
		Cu (1)	Pb	Fe	Al	Sn	Si	Mn	Ni	Imp. glob. esc. Ni Mn	Zn
							max				
P-Cu Zn 30	teorica	70	–	–	–	–	–	–	–	–	30
UNI 4895(2	in semil.	68,5-71,5	0,20	0,20	0,20	0,20	0,15	0,10	0,20	0,50	resto
P-Cu Zn 15	teorica	85	–	–	–	–	–	–	–	–	15
UNI 4898	in semil.	83,5-86,5	0,15	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	resto

Qualità	Tipo	St. for nit.	Spess. mm Sezione mm²	P-Cu Zn 30 UNI 4895 Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rr(0,2) (3)	A5 %	HB	P-Cu Zn 15 UNI 4898 R N/mm²	Rr(0,2)	A5 %	HB
Laminati	Lamiere, nastri, bandelle, piattine.	H05	sp. 10	335-390	135-345	35	70-95	295-355	120-315	32	58-85
		H10	" 7	355-410	195-355	26	75-115	335-390	175-335	15	70-110
		H20	" 4	390-510	315-490	10	105-160	375-470	295-450	6	100-145
		H30	(4)" 2	≥ 490	–	–	≥ 140	≥ 450	–		≥ 135
Laminati ricotti *		R1		375	155 max	45	75	355	135 max	40	70
		R2									
		R3		355	135 max	55	70	315	120 max	45	65
		R4									
Trafilati	Tubi	R	–	275-375	88-175	50	55-75	255-315	–	45	50-70
		H05	sp. 8	335-390	135-345	35	70-95	295-355	–	32	58-85
		H10	sp. 5	355-430	195-375	26	75-120	335-390	–	15	70-110
		H20	sp. 3	410-530	315-510	8	110-160	375-470	–	6	100-145
	Barre	R	–	275-375	–	50	55-75	255-315	–	45	50-70
		H05	sz.1200	335-390	–	35	70-95	295-355	–	32	58-85
		H10	sz.1200	355-410	–	26	75-115	335-390	–	15	70-110
		H20	sz. 120	390-510	–	10	105-160	375-470	–	6	100-145
			Diamet.			A500	A100			A500	A100
		R	≤ 1,50	315-390	–	15	30	255-355	–	10	25
			1,51-8	295-375	–	–	30	255-335	–	–	28
		H10	≤ 1,50	375-510	–	2	5	335-430	–	1	2
			1,51-8	355-490	–	–	8	315-410	–	–	5
		H20	≤ 1,50	490-735	–	–	1	410-665	–	–	1
			1,51-8	470-685	–	–	1	390-635	–	–	1
		H30	≤ 1,50	≥ 685	–	–	–	≥ 590	–	–	–
			1,51-8	≥ 635	–	–	–	≥ 540	–	–	–

*	Dim. medie grani nom.	min.	max.	Imbutibilità	Aspetto superf.
R1	0,015	•	0,025	media	inalter.
R2	0,025	0,015	0,035	buona	liscia
R3	0,035	0,025	0,050	profonda	suffic.
R4	0,060	0,040	0,090	molto prof.	rugosa

(1) Ni e Mn sono calcolati come Cu (2) Un contenuto di As di 0,02 - 0,06 può essere richiesto per lega destinata alla produz. di tubi (3) Valori validi per spessori 0,50 mm. (4) Valori validi per larghezza max di 670 mm. (5) Valori di A per fili (incruditi) sono validi per Ø ≥ 0,50 mm.

** Dati solo indicativi, essendo determinante la dimens. del grano*

A richiesta si possono precisare i gradi di ricottura.
• Il materiale deve essere completamente ricristallizzato.
Caratteristiche fisiche, tecnologiche e tratt. termici, vedi riepilogo di seguito.
Esempi di applicazione
P-CU Zn 30 UNI 4895:
Lega particolarmente adatta per laminati per media e profonda imbutitura e minuteria metallica.
P-Cu Zn 15 UNI 4898:
Lega particolarmente adatta per laminati per profonda imbutitura, bigiotteria, molle per contatti elettrici e cinture di forzamento proiettili.

Leghe di rame da lav. plast. - Ottoni elev. resist. e al Pb

Ottone speciale ad elevata resistenza	Composiz. chimica %	Cu	Mn	Al	Fe	Ni	Impur. max Sn	Pb	Si	Glob.compr Sn Pb e Si	Zn
P-Cu ZN 32 Mn3 Al2 Fe Ni UNI 6897	teorica	62	3	2	0,5	0,5	-	-	-	-	32
	in semil.	60-63	2-4	1,5-3	0,2-1	0,2-1	0,2	0,2	0,1	0,5	resto

Designazione	Semilavorati	Stato fornitura Tipo	Simb	Sezione sz Spess. sp	Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rr(0,2)	A %	HB
P-Cu Zn 32 Mn3 Al2 Fe Ni UNI 6897	Estrusi barre,tubi,prof		Hp	tutti	590	245	15	120
	Fucinati e stampati		Hp	tutti	540	225	12	120
	Trafilati	barre	R	sz. tutte	590	275	15	120
			H10	sz. 1200	635	345	12	140
			H20	sz. 200	735	540	8	200

Ottone al piombo	Comp. chim.%	Cu	Pb	Fe	Al	Sn	Si	Mn	Ni	Imp. glob.	Zn
			max								
P-Cu Zn 40 Pb2 UNI 5705	teor.	58	2	-	-	-	-	-	-	-	40
	semil.	57-60	1-3	0,60	0,15	0,90	0,2	0,2	0,50	1,60	resto
P-Cu Zn 39 Pb2 UNI 5706	teor.	59	2	-	-	-	-	-	-	-	40
	semil.	58-60	1,5-3	0,30	0,10	0,30	0,10	0,05	0,15	0,50	resto
P-Cu Zn 35 Pb2 UNI 5707	teor.	63	2	-	-	-	-	-	-	-	35
	semil.	62-64	0,8-2,5	0,20	0,10	0,20	0,05	0,20	0,05	0,5	resto

Designazione	semilavorati	Stato fornitura Tipo	Simb	Sez. sz. Spes.sp. Diam. Ø	Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rr(0,2)	A %	HB
P-Cu Zn 40 Pb2 UNI 5705	Est.Fuc.Sta.	barre, prof.	Hp	-	345	-	10	60
	Trafilati	barre, prof.	R	sz.tutte	355-430	-	25	75-105
			H10	sz. 1200	410-510	-	12	100-140
			H20	sz. 200	480-590	-	5	125-170
P-Cu Zn 39 Pb2 UNI 5706	Laminati	Lam. nastri bandelle piattine	R	sp.tutti	365-420	120-245	30	75-105
			H10	sp. 5	400-470	235-410	15	100-140
			H20	sp. 4	450-550	375-530	5	130-180
	Est.Fuc.Sta.	barre, prof.	Hp	-	345	-	10	60
	Trafilati	barre, prof.	R	sz.tutte	355-430	-	25	75-105
			H10	sz. 1200	410-510	-	12	100-140
			H20	sz. 200	470-590	-	5	125-170
P-Cu Zn 35 Pb2 UNI 5707	Laminati	Lam. nastri bandelle piattine	R	tutti	295-365	-	40	60
			H10	sp. 5	375-430	-	18	90
			H20	sp. 4	440-540	-	8	120
	Est.Fuc.Sta.	barre, prof.	Hp	-	295	-	20	55
	Trafilati	tubi	R	sp.tutti	315-410	98-235	40	55-100
			H10	sp. 5	375-470	215-430	15	90-140
			H20	sp. 3	450-540	355-530	5	130-170
		barre, prof.	R	sz.tutte	315-410	-	30	55-100
			H10	sz. 1200	375-470	-	15	90-140
			H20	sz. 200	450-540	-	5	130-170
		fili	R	Ø 1,50-8	315-410	-	25	-
			H10	Ø 1,50-8	390-510	-	8	-
			H20	Ø 1,50-8	490-735	-	1	-

Applicazioni, Leghe particol. adatte per: (UNI 6897) Parti mecc. fortemente sollecitate e soggette a corrosione.
(UNI 5705) Pezzi stamp. a caldo e pezzi finiti alle macchine con fori, filettature, ecc., rubinetterie, bullonerie.
(UNI 5706) Parti di orologeria e strumenti di precisione. Laminati: valori di R e HB, validi con spess.≥ 0,20 mm; di A indicativi spess. < 0,50 mm.
(UNI 5707) Partic. mecc. tranciati a freddo. Laminati: Valori di A indicativi con spess.< 0,50 mm; di Rr (trafil.) validi con spess.≥ 0,50 mm.
Caratter. fisiche, tecnolog., trattamenti termici, vedi riepilogo di seguito.

Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone speciale

Lega	Composizione chimica percentuale Cu	Al	As	Sn	Fe+ Mn	Ni max	Impurità Fe	Pb	Sn	Si	Gl.	Zn
P-Cu Zn 39 nom. Al1 UNI 6398 sem.	58	1	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	39
	57-60	0,75-1,25	-	-	1-2	0,5	-	0,2	0,2	0,1	0,5	resto
P-Cu Zn 39 nom. Sn1 UNI 6399 sem.	60	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	39
	59,5-62,5	-	-	0,5-1,5	-	-	0,2	0,2	-	-	0,5	resto
P-Cu Zn 21 nom. Al2 UNI 6401 sem.	77	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
	76-79	1,8-2,5	,02-,06	-	-	-	,06	,07	-	-	0,3	resto

Designazione	semilavorati	Tipo	Simb	Sez. sz. Spess.sp	Caratteristiche meccaniche R N/mm²	Rr(0,2)	A %	HB
P-Cu Zn 39 Al1 UNI 6398	Laminati	Lam., nastri bandelle e piattine	R	sp.tutti	335-450	98-255	35	65-110
			H10	sp. 20	430-550	215-490	18	100-150
			H20	sp. 5	530-635	390-630	8	140-190
	Estrusi, fucinati, stampati e laminati a caldo.		H	sz.- sp.	335	-	25	60
			H	tutti				
	Trafilati	Tubi	R	sp.tutti	335-450	98-255	35	65-110
			H10	sp. 5	430-550	215-490	18	100-150
			H20	sp. 3	530-635	390-630	8	140-190
		Barre e profilati	R	sz.tutte	335-450	-	28	65-110
			H10	sz. 1200	430-550	-	18	100-150
			H20	sz. 200	530-635	-	5	140-190
P-Cu Zn 39 Sn1 UNI 6399	Laminati	Lam., nastri bandelle e piattine	R	sp. 50	365-410	120-245	40	60-110
			H10	sp. 20	410-550	235-490	20	100-150
			H20	sp. 5	510-635	390-630	8	140-190
	Estrusi, fucinati, stampati e laminati a caldo.		H	sz.- sp.	≥ 326	-	25	≥ 55
			H	tutti	≥ 345	-	30	≥ 60
	Tubi	Barre e profilati	R	sp.tutti	345-430	98-245	40	50-110
			H10	sp. 5	410-550	335-490	20	100-150
			H20	sp. 3	510-635	390-630	8	140-190
			R	sz.tutte	345-430	-	35	60-110
			H10	sz. 1200	410-550	-	18	100-150
			H20	sz. 200	510-635	-	5	140-195
P-Cu ZN 21 Al2 UNI 6401	Trafilati	Tubi	R	sp.tutti	355-430	120-215	45	60-100
			H5	sp. 5	375-450	135-255	30	75-120
			H10	sp. 5	410-510	235-420	20	100-170
			H20	sp. 3	490-635	430-620	6	150-190

Applicazioni e note

(UNI 6398): Parti di costruzioni navali, valvolame, ruote dentate e pezzi meccanici ad elevata resistenza.
Laminati: Valori validi di R e HB con spess. ≥ 0,20 mm; di Rr con spess. ≥ 0,50 mm; valori indicativi di A con spess. < di 0,50 mm.
(UNI 6399): Parti di costruzioni navali, valvole e piastre tubiere
Laminati: Valori validi di R e HB con spess. ≥ 0,20 mm; di Rr con spess. ≥ 0,50 mm; valori indicativi di A con spess. < di 0,50 mm.
Trafilati: Valori validi Rr con spess. ≥ 0,50 mm.
(UNI 6401): Tubi per convogliamento fluidi ad esclusione dei tubi per scambiatori di calore per i quali sono valide altre norme.
Trafilati: Valori validi di Rr con spess. ≥ 0,50 mm.
Caratt. fisiche, tecnol. trattam. term. vedi riepilogo di seguito

Leghe di rame da lavor. plast. - Ottoni binari, al Pb, speciali

Riepilogo delle caratteristiche

Riferimento UNI		4891	4892	4895	4898	5705	5706	5707	6398	6399	6401	6897
Fisiche												
Massa volumica	kg/dm³	8,39	8,48	8,53	8,75	8,40	8,40	8,43	8,36	8,40	8,33	8,20
Intervallo di fusione	°C	900-905	905-920	915-955	980-1025	880-895	880-895	890-910	8,65 890	885-900-	935-970	860-890
Calore specifico	J/(g·°C)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Condutt. term.20°C	W/(cm·°C)	1,21	1,16	1,21	1,59	1,17	1,17	1,17	1,09	1,17	1,00	1,00
Coeff. dilat. term. lineare	$\times 10^{-6}$ °C^{-1} 25-300°C	28,8	28,8	20,0	18,7	20,7	20,7		21,2	21,2	18,5	19,0
	$\times 10^{-6}$ °C^{-1} 20-200°C							20,5				
Resistività a 20°C (R)	μΩ·cm	6,20	6,60	6,20	4,60	6,40	6,40	6,30	7,20	6,60	7,50	10,1
Conduttività rispetto al rame campione IACS	%	28	27	28	36	27	27	27,5	24	26	23	17
Modulo elasticità	kN/mm²	103	96	110	117	103	103	103	103	103	110	103
Struttura (A=Alfa, B=Beta)		A+B	A A+B	A	A	A+B	A+B	A+B	A+B	A+B	A	A+B
Tecnologiche *												
Lavorabilità plastica a caldo		B	B	M	M	B	B	S	B	B	S	B
Intervallo di temperatura	°C	625-800	650-800	725-850	800-900	650-800	650-800	650-800	650-800	700-900	750-900	650-780
Lavorabilità a freddo		M	B	B	B	C	C	S	M	M	B	M
Lavorabilità all'utensile		B	S	M	C	O	O	B	S	S	S	M
Resistenza alla corrosione		S	S	B	B	S	S	B	S	S	O	B
Saldabilità		B	B	B	B	S	S	B	M	S	M	S
Lucidabilità		-	-	-	-	-	-	-	B	B	-	-
Trattamenti termici												
Temperatura di ricottura	°C	425-600	425-650	425-750	425-725	425-600	425-600	425-650	600-650	600-650	550-600	500-650
Trattamento di distensione	h	1-2	1-2	1-2	-	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
rispettiv. a temperatura**	°C	350-250	350-250	350-250	- -	350-250	350-250	350-250	350-250	350-250	350-250	350-250
Trattamento di bonifica (normalmente		No	-	-	-	No	No	No	No	No	-	No
Trattamento di bonifica		-	No	No	No	-	-	-	-	-	No	-

Spiegazione dei simboli
R = ricottura
H = incrudimento (numero a seguire = %)
Hp = stato parziale di incrudimento (effetto di estrusione)

Graduatoria delle caratteristiche tecnolog. *
O = ottima M = mediocre
B = buona D = deficiente
S = sufficiente C = cattiva
** In questo caso al simb. H deve seguire D.

Nota - Per conoscere, tra i valori delle caratteristiche meccaniche riportati nelle rispettive norme, quello impegnativo, vedere la tabella: Campo di attendibilità delle caratteristiche meccaniche di diversi materiali.

Leghe di rame da fonderia in pani e in getti - Bronzi vari

Designazione conv. della lega	Composizione chimica percentuale per getti												
	Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Fe	Al	Si	Mn	Sb	S	P	IG**
(binario) * G-CuSn10 UNI 7013/1	resto	9-11	1 max	0,5 max	0,7 (1)	0,2 (5)	0,01	0,02	0,2	0,2	0,1	0,05 (6)	1,5 (10)
(binario) * G-CUSn12 UNI 7013/2	resto	11-13	1 max	0,5 max	0,7 (1)	0,2 (5)	0,01	0,02	0,2	0,2	0,1	0,05 (7)	1,5 (10)
(al piombo) G-CuSn10Pb10 UNI 7013/3	resto	9-11	9-11	1 max	1,5 (2)	0,35	0,01	0,01	0,2	0,5	-	0,05 (6)	1 (11)
(al piombo) G-CuSn8 Pb15 UNI 7013/4	resto	7-9	13-17	(9) 1 max	2 (3)	0,25	0,01	0,01	0,2	0,5	-	0,05 (6)	1 (11)
(al piombo) G-CuSn5 Pb10 UNI 7013/5	resto	4-6	19-23	(9) 1,5 max	2 (3)	0,25	0,01	0,01	0,2	0,75	-	0,05 (6)	0,5 (12)
(allo zinco) G-CuSn10 Zn2 UNI 7013/6	resto	8,5-11	1,5	1-3	1 (4)	0,2	0,01	0,02	0,2	0,3	0,1	0,05 (8)	2 (10)
con zinco e piombo G-Cu Sn7 Zn4 Pb6 UNI 7013/7	resto	6-8	5-7	3-5	2 (4)	0,25	0,01	0,02	0,1	0,35	0,1	0,05 (8)	0,7 (10)
con zinco e piombo G-Cu Sn5 Zn5 Pb5 UNI 7013/8	resto	4-6	4-6	4-6	2 (4)	0,3	0,01	0,02	0,1	0,4	0,1	0,05	1 (10)
con zinco e piombo G-Cu Sn3 Zn10 Pb7 UNI 7013/9	resto	3-5,5	5-7,5	9-11	2 (4)	0,4	0,02	0,02	0,2	0,4	0,2	0,1	1,2 (10)
con zinco e nichel G-Cu Sn10 Zn2 Ni2 UNI 7013/10	resto	9-11	1,2	1,5-2,5	1,8-2,5	0,2	0,01	0,02	0,2	0,3	0,1	0,05 (8)	2,0

** E' compreso lo 0,01 di Bi.*
Ni é calcolato come Cu (4) fino a lo 0,7% (1);al 1,5% (2); al 2%(3) A richiesta, Ni fino al 2%(1); fino al 3,5% (2) e (3).

Può essere richiesto con P fino a lo 0,3 (6); allo 0,4 (7); allo 0,15 (8); al 3% (9).
*** Imp. glob.: escluso Ni e P(10) Zn, Ni e P(11); Zn,Ni,Sb e P(12).*

Caratteristiche meccaniche dei getti

Tipo del getto		Grezzi colati in sabbia - Gs -				Grezzi colati in centrif.Gcf o continuo - Gct			
		R N/mm²	Rr0,2	A %	HB	R N/mm²	Rr0,2	A %	HB
G-Cu Sn10	°	235-275	118-147	12-17	60-75	-	-	-	-
G-Cu Sn12	°	235-275	127-157	7-12	80-95	265-314	147-167	5-10	90-100
G-Cu Sn10 Pb10	••	177-226	78-118	7-12	60-70	-	-	-	-
G-Cu Sn8 Pb15	••	157-216	78-108	5-10	60-70	-	-	-	-
G-Cu Sn5 Pb20	••	147-196	59-98	4-8	45-55	-	-	-	-
G-Cu Sn10 Zn2	•	235-275	118-137	12-15	65-80	265-294	137-167	7-10	80-90
G-Cu Sn7 Zn4 Pb6	••	216-255	98-118	12-18	60-75	255-294	118-137	12-20	70-85
G-Cu Sn5 Zn5 Pb5	••	196-235	78-98	12-18	60-70	245-294	78-118	13-20	65-75
G-Cu Sn3 Zn10 Pb7	••	196-245	98-118	12-15	55-65	-	-	-	-
G-Cu Sn10 Zn2 Ni2	°°	235-295	120-145	11-15	70-85	275-335	145-195	12-16	85-100

Il getto può essere omogeneizzato a 500-600 °C per 2h (•); a 500 °C per 2h (••).
Lega normalmente non suscettibile di trattamenti termici (••).

°° A richiesta, tratt. term. 600-650 °C per 2h che può aumentare le caratteristiche di A. E' prevista, oltre Gcf e Gct, anche la colata in conchiglia - Gc.

segue

segue: Leghe di rame da fonderia in pani e in getti - Bronzi vari

Caratteristiche fisiche e generali delle leghe (valori indicativi)

Lega	Massa volumica kg/dm³	Resistiv. a 20 °C μΩ·cm	Ritiro lineare %	Punto di fus. inf. °C	Interv. ott. di col. in sabbia e conch. sottili	massicci
G-Cu Sn 10	8,78	16	1,25	845	1000-1100	
G-Cu Sn 12	8,75	15,50	1,60	830	1070-1170	
G-Cu Sn 10 Pb 10	8,80	23	1,3	845	1000-1100	
G-Cu Sn 8 Pb 15	9,25	16	1,3	927	950-1050	
G-Cu Sn 5 Pb 20	9,30	16	1,3	899	1033-1204	1050-1093
G-Cu Sn 10 Zn 2	8,70	13	1,70	982	1093-1260	1038-1150
G-Cu Sn 7 Zn 4 Pb 6	8,93	13	1,70	954	1090-1235	1038-1120
G-Cu Sn 5 Zn 5 Pb 5	8,80	12	1,35	988	1100-1200	
G-Cu Sn 3 Zn 10 Pb 7	8,70	17	1,50	954	1090-1190	
G-Cu Sn 10 Zn 2 Ni 2	8,75	16	1,70	990	1100-1200	1070-1170

Caratteristiche tecnologiche e proprietà particolari delle leghe

Lega	Colabilità	Lavorabil. all'utens.	Lucidabilità	Resist. gen. alla corros.	Fragilità al ritiro
G-Cu Sn 10	buona	buona	buona	buona	piccola
G-Cu Sn 12	buona	buona	buona	buona	media
G-Cu Sn 10 Pb 10	suffic.	buona	buona	buona	media
G-Cu Sn 8 Pb 15	suffic.	buona	buona	suffic.	media
G-Cu Sn 5 Pb 20	suffic.	buona	buona	suffic.	grande
G-Cu Sn 10 Zn 2	buona	buona	buona	buona	media
G-Cu Sn 7 Zn 4 Pb 6	buona	buona	buona	suffic.	media
G-Cu Sn 5 Zn 5 Pb 5	buona	buona	buona	suffic.	media
G-Cu Sn 3 Zn 10 Pb 7	buona	buona	suffic.	suffic.	media
G-Cu Sn 10 Zn 2 Ni 2	buona	buona	buona	buona	mediocre

- Applicazioni -

(G-CuSn10) Lega generalmente destinata alla costruzione di sopporti e boccole per alberi. Getti destinati all'industria petrolchimica, navale (pompe, valvole,ecc) meccanica (ruote dentate).

(G-CuSn12) Lega generalmente destinata alla costruzione di sopporti e boccole per alberi di acciaio indurito o cromato. Getti complicati per idraulica (corpi e giranti di pompe centrifughe). Ruote dentate per viti senza fine di acciaio.

(G-CuSn10Pb10) Lega per sopporti e bussole fortemente caricati (laminatoi a freddo, ecc.

(G-CuSn8Pb15) Lega per sopporti a medio carico specifico e per tenute per apparecchiature oleodinam.

(G-CuSn5Pb20)Lega generalmente impiegata per sopporti e boccole a carico limitato in apparecchiature oleodinamiche.

(G-CuSn10Zn2) Lega generalmente impiegata per corpi e giranti di pompe per applicazioni idrauliche e navali e per valvole per acqua calda e per vapore fino a 200°C.

(G-CuSn7Zn4Pb6) Lega generalmente impiegata per rubinetterie, valvole per acqua fredda, raccordi e supporti antiusura.

(G-CuSn5Zn5Pb5)Impieghi generali.
(G-CuSn3Zn10Pb7)Impieghi generali.

(G-CuSn10Zn2Ni2) Getti per costruzioni meccaniche ed apparecchiature elettriche in generale. Corpi e giranti di pompe, flange, raccordi, tubazioni, valvole per kerosene e per vapore saturo (fino a 225°C) in costruzioni navali.

Leghe di rame da fonderia - Ottoni bin. e spec. Cuproleghe spec.

Lega	Ottoni binari		Ottoni speciali					Cuproleghe speciali		
	G-Cu Zn 40	G-Cu Zn 36	G-Cu Zn 38	G-Cu Zn 34	G-Cu Zn 39 Si1	G-Cu Zn 36 Si1	G-Cu Zn 38Al1Fe	G-CuAl9 Fe3	G-Cu Al 11 Fe4	G-Cu Al 11Fe4Ni
Comp. chim.%	UNI 5033	UNI 5034	UNI 5035	UNI 5036	UNI 5037	Pb1 UNI 5038	1Mn1UNI 6138	UNI 5273	UNI 5274	UNI 5275
Cu	59-61,5	62-65	59,5-62	62-65	55-61	61-63	58-61	83-89	81-87	78-84
Pb	0,60max	0,50max	1,5-2,5	1,5-2,5	0,20max	0,5-1,5	0,30max	0,15max	0,15max	0,10max
Fe	0,30max	0,50max	0,70max	0,70max	0,20max	0,40max	0,5-1,5	2,5-4,0	3,0-5,0	3,0-3,5
Mn	0,30max	0,40max	0,90max	0,50max	0,20max	0,25max	0,5-2,5	1,5 max	1,0 max	3,5 max
Ni	0,50max	0,50max	1,0 max	1,0 max	0,20max	0,50max	2,5 max	1,5 max	2,5 max	3,0-5,5
Sn	0,60max	0,60max	1,50max	1,20max	0,25max	0,60max	0,40max	0,3 max	0,3 max	0,15max
Al	0,40max	0,05max	1,0 max	0,05max	0,25max	0,30max	0,5-1,5	8,5-9,5	10-11,5	10-11,5
As	0,05max	0,05max	0,10max	0,10max	0,05max	0,10max	0,05max	-	-	-
Sb	0,15max	0,05max	0,10max	0,10max	0,05max	0,10max	0,05max	-	-	-
Si	0,05max	0,05max	0,30max	0,05max	0,7-1,1	0,8-1,2	0,10max	0,15max	0,15max	0,10max
P	0,05max	0,05max	0,05max	0,10max	0,05max	0,05max	0,05max	-	-	-
Zn	resto	resto	resto	resto	resto	resto	resto	0,3 max	0,3 max	0,15max
Imp.gl.	-	-	-	-	-	-	-	0,6(e.Ni Mn)	0,7	0,4(e.Mn)

Designazione	Sta. for.	Caratterist. meccaniche (*) R N/mm²	Rs	A %	HB	Applicazioni
G-CuZn40 UNI 5033	Gs Gc	365-410 390-470	108-157 118-167	36-42 34-40	70 80	Caratt. mecc. elevate, attitudine ai rivestim. di protez. e finitura. Getti navali, scatole stagne, maniglie, artic. idraul. Cu+Zn+Ni=98%
G-CuZn36 UNI 3054	Gs	236-275	78-108	40-45	45	Caratt.mecc.medie,attitud.al rivestim.elementi decorat.basam.art.idraul.supporti,part.contat. acqua,rubinetti,gas di città,ecc. Cu+Zn+Ni=98%
G-CuZn38 Pb2 UNI 5035	Gs Gc	325-390 355-410	108-177 127-196	17-23 15-20	70 75	Getti in conch. (anima sabbia) eccez. getti in sabbia.Rubin.per acqua e gas,getti navali,minuterie metall. Cu+Zn+nI=96,5%min. Al+Si=1% max.
G-CuZn34 Pb2 UNI 5036	Gs	215-255	88-118	16-21	45	In genere getti non sollec. ottima lavorab. attitud.ai rivest.Elem.decorativi,artic.idraulici di serie,ecc. - Cu+Zn+Ni=96,5% min.
G-CuZn39 Si1 UNI 5037	Gc	490-590	315-375	12-18	120	Adatta anche per pressof. buona finit. superf. al grezzo.Corpi di carburat.,scatole riduttori ed ingr.morsett.elettr.portasp.valvole vapore.
G-CuZn36 Si1 Pb1 UNI 5038	Gc	375-440	186-245	15-20	110	Di uso gener.per caratt.mecc.medie. Può essere pressof. Buona finitura superf. Parti di pompe Morsett.elettr.portasp.parti di bruciatori,ecc.
G-CuZn38 Al1 Fe1 Mn1 UNI 6138	Gs Gc	440-540 470-560	177-245 186-255	22-28 25-30	100 100	Getti con buona resist.mecc.e atta a deform. a freddo.Getti usi navali,eliche da grande a piccolo formato,ecc.Può essere richiesta con limite min di Ni dell'1%.
G-Cu Al9 Fe3 UNI 5273	Gs Gc	490-590 540-635	177-196 177-225	20-30 25-35	110 110	Molto adatta per imp. chimici.Elev.caratt.plastiche per usi meccan. Pompe per acqua di miniera, giranti centrif. eliche nav.poco sollec. cusc. sedi e guide di valv.ingran.elicoid.ecc.
G-CuAl11 Fe4 UNI 5274	Gs GsTV Gc GcTV	510-550 620-755 540-685 685-785	205-255 305-440 235-295 355-440	8-18 4-6 8-20 4-6	130 200 160 230	Per impieghi mecc.e chimici gener. pezzi molto sollecit. di precisione (Gc) Elementi mobili di macchine soggetti a sollecitazioni meccaniche e resistenti a corrodsione.
G-CuAl11 Fe4 Ni4 UNI 5275	Gs GsTV Gc GcTV	620-685 735-835 635-735 735-880	275-345 410-530 295 390 410-590	6-10 5-8 4-10 5-10	160 200 170 200	Per pezzi fortem.sollec.a freddo e a caldo.Resist. al logoram.,cavitaz.,corros.anche marina Giunti p. turbine,beccagli,cusc. molto sollec. Parti di bocche da fuoco, sedi valvole motori.

* Caratteristiche fisiche, tecnologiche e trattamenti termici vedi riep. di seguito.

segue: Leghe di rame da fonderia. Ottoni bin. e spec. Cuproleghe spec

Riepilogo caratteristiche fisiche e generali

Caratteristiche tecnologiche e trattamenti termici

Riferimento UNI delle leghe	Ottoni binari		Ottoni speciali					Cuproleghe speciali		
	G-Cu Zn40 UNI 5033	G-Cu Zn36 UNI 5034	G-Cu Zn38 UNI 5035	G-Cu Zn34 UNI 5036	G-Cu Zn39 Si 1 UNI 5037	G-Cu Zn36 Si 1 UNI 5038	G-Cu Zn38 AlFe Mn 1 UNI 6138	G-Cu Al 9 Fe 3 UNI 5273	G-Cu Al11 Fe 4 UNI 5274	G-Cu Al11 Fe 4 Ni UNI 5275
Caratteristiche fisiche e generali										
Massa volumica kg/dm³	8,32	8,46	8,35	8,49	8,3	8,37	8,2	7,6	7,5	7,5
Resistività a 20°C μΩ·cm	8,5	7,7	8,7	8,8	9	10	11,2	13	13	15
Ritiro lineare %	-	-	-	-	-	-	2	1,85	1,85	1,85
Temperatura di fusione inferiore °C	900	925	880	890	860	880	910	1040	1040	1040
Intervallo ot- da°C	950	960	1000	950	900	910	980	1100	1100	1100
timo di colata a°C	1050	1050	1080	1050	940	950	1080	1200	1200	1200
Caratteristiche tecnologiche										
Colabilità	B	B	B	B	B	B	B	S	S	S
Lavorabilità all'utensile	S	M	B	B	M	B	M	S	S	S
Tenuta a pressione	B	B	S	B	B	B	B	S	S	S
Caratteristiche meccaniche a caldo	-	-	-	-	-	-	-	B	B	B
Lucidabilità	B	B	S	S	M	S	B	B	B	B
Resistenza generale alla corrosione	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Saldabilità	B	B	S	S	M	D	B	-	-	-
Fragilità al rit. *	p	m	m	m	p	p	p	p	p	p
Trattamenti termici										
0-ricottura da°C	400	400	-	-	-	-	-	-	-	-
(eventuale) a°C	600	600	-	-	-	-	-	-	-	-
T-tempra (raf- da°C	-	-	-	-	-	-	-	-	870	870
freddam. in a°C	-	-	-	-	-	-	-	-	900	900
acqua 20-40°C)										
V-rinvenimento da°C	-	-	-	-	-	-	-	-	530	610
(successivo a°C	-	-	-	-	-	-	-	-	550	640
rapido raf- per h	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
fredd. in acqua)										

Spiegazione dei simboli

Gs = colato in sabbia grezzo
Gc = colato in conchiglia grezzo
T = tempra
V = rinvenimento

Caratteristiche tecnologiche
0 = ottime M = mediocre
B = buona D = deficiente
S = sufficiente C = cattiva

*Fragilità al ritiro
g= grande
m= media
p= piccola

Titanio e leghe di titanio

Produttore: IMI Titanium Ltd P.O. Box 704, Witton, Birmingham B6 7UR

Nome commerciale		Puro(IMI 115)	Lega(IMI 318)	Lega(IMI 550)
Composizione chimica %	Al	Commercialmente puro.	6	4
	V		4	-
	Mo		-	4
	Sn		-	2
	Si		-	0,5
	Ti		resto	resto
Proprietà fisiche, meccaniche, termiche, elettriche				
Massa volumica	kg/dm³	4,51	4,42	4,60
Carico rott. max R	N/mm²	369	924-1155	1062-1201
Carico scost. Rp 0,2	N/mm²	246	847-1072	970-1109
Allungam. a rott. A	%	35	10-12	12
Conducib. term.	W/(cm·°C)	0,16	0,060	0,08
Coeffic. dilataz.term.	°C	$7,6 \cdot 10^{-6}$	$7,9 \cdot 10^{-6}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$
Resistiv. elettr.	Ω·cm	$0,48 \cdot 10^{-4}$	$1,68 \cdot 10^{-4}$	$1,59 \cdot 10^{-4}$
Gamma del costo: da basso a medio. Esperienza nello spazio: buona.				
Normazioni corrispondenti		ASTM B 265 B.S. TA 1 AFNOR T 35 DIN Wr.3.7024	AMS 4911-4928 B.S. TA 10 AFNOR T-A6V DIN Wr.3.7164	B.S. TA 45-51 AFNOR T-A4DE

Ridotta massa volumica, uguali o maggiori carichi dell'acciaio legato, max resistenza all'ossidazione, per nuove soluzioni nelle costruzioni spaziali, aeree, navali e industriali varie. La lega di titanio IMI 318 é largamente usata, sia per usi nello spazio (Agenzia Spaziale Europea) che in quelli commerciali. Dalla Rolls-Royce (motori a turbina), alle British Aerospace(airbus,tornado) Tyrrell (particolari auto corse), Westland Helicopters (elicotteri)

Altre leghe di titanio

IMI 260 per maggiore resistenza alla corrosione.
IMI 262 per maggiori proprietà meccaniche.
IMI 230 indurita per invecchiam.
IMI 367 per protesi ortopediche.
IMI 550 di alta resistenza.
IMI 551 di altissima resistenza.
IMI 685 di media resistenza.
IMI 829 di med.resist.alte temp.
IMI 834 resist.a tensione e allo scorrimento fino a 600°C

Il titanio puro IMI 115 ha eccezionale resistenza alla corrosione e alla ossidazione fino a 700°

Altre qualità di titanio puro:

IMI 110 (Ti 99,6%), IMI 125, 130, 155 e 160 che offrono graduale incremento di resistenza associata con proprio alto contenuto dissolvente di ossigeno e nitrogeno.

Titanio per usi industriali vari.

Oltre che, nelle versioni più adatte per usi speciali, il titanio viene prodotto in semilavorati come:

Barre e billette, lamiere, tubi e scambiatori, da fucinare, per accessori e getti. Trova pertanto larga applicazione anche nelle industrie: chimiche, cartaria e tessile, dell'acido nitrico e acetico, dell'urea, della soda, petrolifera, insetticidi e coloranti, nella galvanostegia, refrigeranti ad acqua di mare, sintesi della ammoniaca, ecc. I semilavorati di titanio sono disponibili,presso le Ditte più qualificate, in vaste gamme di barre quadrate, tonde, piatte, lamiere, tubi, reti, e in accessori come: viti, dadi, rondelle, serpentine, ecc. (Cofermetal Spa,Via V. Politecnico 3 Milano).

Sono altresì disponibili:

Raccordi filettati, di estremità e intermedi: diritti, a gomito, a T, riduttori, passanti. Valvole di regolazione, di controllo,ecc. (Italab Srl,Via Scialoia 12r FI).

Titanio e leghe di titanio da lavorazione plastica

produttore: Titanium Metals Corp. of America and RMI Co.					
Composizione chim. nomin. %	Stato fisico della lega	Resist. a traz. N/mm²	Resist. snerv. N/mm²	Allungamento %	Strizione %
Commerciale puro					
99,5Ti	ricotto	331	241	30	55
99,2Ti	ricotto	435	345	28	50
99,1Ti	ricotto	517	448	25	45
99,0Ti	ricotto	662	586	20	40
99,2Ti *	ricotto	435	345	28	50
98,9Ti **	ricotto	517	448	25	42
lega Alfa					
5Al-2,5Sn	ricotto	862	807	16	40
5Al-2,5Sn(low O_2)	ricotto	807	745	16	-
vicino alla lega Alfa					
8Al-1Mo-1V	doppia ricottura	1000	852	15	28
11Sn-1Mo-2,25Al 5,0Zr-1Mo-0,2Si	doppia ricottura	1104	994	15	35
6Al-2Sn-4Zr-2Mo	doppia ricottura	980	897	15	35
5Al-5Sn-2Zr-2Mo 0,25Si	975°C(1/2h).AC+ 595°C(2h).AC	1049	966	13	-
6Al-2Nb-1Ta-1Mo	laminato 2,5 cm (25,4) lamiera	855	759	13	34
6Al-2Sn-1,5Zr-1Mo 0,35Bi-0,1Si	Beta forgiato + doppia ricottura	1014	945	11	-
lega Alfa - Beta					
8Mn	ricotto	945	862	15	32
3Al-2,5V	ricotto	690	586	20	-
6Al-4V	ricotto	994	925	14	30
	solub. + invecch.	1173	1104	10	25
6AL-4V (low O_2)	solub. + invecch.	897	828	15	35
6Al-6V-2Sn	ricotto	1070	1000	14	30
	solub. + invecch.	1276	1173	10	20
7Al-4Mo	solub. + invecch.	1104	1035	16	22
6Al-2Sn-4Zr-6Mo	solub. + invecch.	1270	1173	10	23
6Al-2Sn-2Zr-2Mo 2Cr-0,25Si	solub. + invecch.	1276	1138	11	33
10V-2Fe-3Al	solub. + invecch.	1276	1200	10	19
lega Beta					
13V-11Cr-3Al	solub. + invecch.	1221	1173	8	-
	solub. + invecch.	1276	1207	8	-
8Mo-8V-2Fe-3Al	solub. + invecch.	1311	1242	8	-
3Al-8V-6Cr-4Mo	solub. + invecch.	1449	1380	7	-
4Zr	ricotto	883	835	15	-
11,5Mo-6Zr-4,5Sn	solub. + invecch.	1387	1318	11	-

* contiene anche 0,2Pd
** contiene anche 0,8Ni e 0,3Mo.

Il Berillio

L'aspetto del berillio metallico é simile a quello dell'alluminio, con il quale ha molti caratteri in comune.
Fonde a 1285°C, ha una densità di 1,85 g/cm³ e conducibilità termica ed elettrica uguali a circa il 42% di quella del rame.
E' poco duttile e malleabile e, come l'alluminio, si ricopre all'aria di uno strato di ossido (fenomeno della passivazione) che lo rende inerte rispetto ad ossidazioni corrosive.
Chimicamente mostra caratteristiche decisamente metalliche; ha numero di ossidazione +2 e presenta una certa tendenza a formare legami covalenti (ad esempio il cloruro $BeCl_2$ non é ionico e, se fuso, non conduce la corrente elettrica).
Dal punto di vista nucleare il berillio é un'eccellente moderatore per i neutroni, similmente all'idrogeno, al deuterio, all'elio, al carbonio e all'ossigeno; viene usato come rallentatore dei neutroni nei reattori nucleari, e come costituente di leghe metalliche, specialmente insieme a rame, ferro e nichel di cui aumenta la resistenza meccanica ed alla corrosione.
La leggerezza delle leghe di berillio ne consiglia l'uso nella costruzione di parti di aeroplani e missili.
L'unico svantaggio é costituito dalla bassa duttilità del metallo.
Berillio in lamine viene utilizzato come finestra di uscita di apparecchi che producono raggi x a grande intensità: la sua permeabilità a tali radiazioni é circa 17 volte superiore a quella dell'alluminio.

Tra i composti del berillio, ricordiamo l'ossido (BeO) che viene usato come materiale refrattario e come costituente di porcellane ad elevate caratteristiche elettriche (candele per motori di aviazione, isolatori per radar, ecc.

Lega Berillio-Rame

Produttore: IMI P.Q. Box 216
Witton Birmingham U.K.
Composizione chimica percentuale:

Be	Co + Ni	Cu
1,8	0,3	resto

Proprietà fisiche, meccaniche, termiche, elettriche a temperatura ambiente.
Massa volumica: 8,25 g/cm⁻³
Rm 4,60 - 15x10 N/cm⁻²
Rp (0,2) 1,25 - 11x10 N/cm⁻²
A 2 - 50 %
Conduttività termica:
0,84 - 1,05 W cm⁻¹ °C⁻¹
Dilatazione termica lineare:
17x10⁻⁶ °C⁻¹
Esperienza nello spazio: buona
Costo: basso
Corrosione: generalmente buona
Tensocorrosione:
Alta resistenza solo quando a subito trattamento di tempra per precipitazione.
Per temprare o invecchiare questa lega, il tipico trattamento é il seguente:
Tempra, 760 - 820 °C
raffreddamento in acqua.
Invecchiamento, 315 - 350 °C
raffreddamento in aria.
Il trattamento può essere di 10-30 minuti per materiale leggero (filo o nastro); prolungare a diverse ore per grosse fusioni.
Il trattamento di tempra per precipitazione é normalmente di 2 ore a 310°C oppure di 30 minuti a 350°C.
Note aggiuntive:
Quando al rame si aggiunge berillio nella quantità di circa il 2% si forma una lega non magnetica che é sei volte più resistente del rame.
Tale lega, tra l'altro é abbastanza dura per poter costruire utensili come martelli, pinze, chiavi inglesi, ecc. che non presentando le caratteristiche di durezza dell'acciaio non provocano scintille quando vengono battuti fra di loro e quindi si prestano ad essere impiegati in ambienti nei quali il pericolo di esplosioni o di incendi é notevole.

Leghe di magnesio

Società Italiana per il Magnesio e Leghe di magnesio
Via Volta 31 - 39100 Bolzano

Il magnesio é il metallo più leggero tra quelli aventi impieghi industriali. Per il Mg puro: Densità 1,74. Punto di fusione 650°C Mod. elast. 41200 N/mm². Reticolo cristallino esagonale. Allo stato puro il Mg ha scarse applicazioni mentre, legato con altri metalli é adoperato per getti e per lavorazioni plastiche. Mg e sue leghe sono molto ossidabili e pertanto occorre prendere le opportune precauzioni durante il trattamento termico (atmosfera di SO_2) e durante la lavorazione meccanica a causa della possibile infiammabilità dei trucioli.
Lo zirconio, il torio e le terre rare, affinano notevolmente il grano.
Il manganese rende le leghe più resistenti alla corrosione.
Le leghe da lavorazione plastica si possono deformare bene a caldo sopra i 220°C.
A freddo, sono di difficile deformazione per la loro limitata velocità di scorrimento.
Contro gli agenti atmosferici si esegue, di regola, un trattamento chimico con un'opportuna soluzione di acido cromico e successiva verniciatura.
L'aggiunta di berillio in alcune leghe (0,0007%) migliora la resistenza all'ossidazione.

Leghe di magnesio da lavorazione plastica

Designazione ASTM	Designazione Atesia	Comp. chimica % Al	Zn	Mn	Zr	Stato di fornitura (1)	Caratter. meccan. Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A5 %
M1	LM	-	-	1,5	-	PL PE PF F	200	70	5
AZ 31	E	3	1	0,2	-	PL PE F	240	150	8
AZ 61	L	6	1	0,2	-	PL PE PF F	270	150	7
AZ 80	C	8	0,5	0,2	-	PF A	290	200	4
-	ZW3*	-	3		0,6	PE PF F	290	200	7

* Lega prodotta dalla Magnesium Elektron Ltd Regno Unito. (1) PE = estruso, PL = laminato, PF = forgiato o stampato, F = grezzo di lavorazione. A = Tratt. di invecchiamento artificiale.

Caratteristiche fisiche e generali delle leghe (valori indicativi)

Designazione Atesia	Massa volum. g/cm³	Calore sp. 100°C J/(g·K)	Condut. ter. 20°C W/(cm·K)	Coeff. dilat. term. x10⁻⁶ °C⁻¹ 20-100°C-20-200°C	Resist. a 20°C µΩ·cm	Modulo elastic. N/mm²
LM	1,76	1,05	1,22	26,9	5,0	38200
E	1,78	1,05	0,68	26,0	10,0	40200
L	1,80	1,00	0,68	27,3	14,3	44100
C	1,81	1,00	0,72	27,2	13,4	44100
ZW3	1,80	0,96	1,08	27,1	5,5	16500

Caratteristiche di impiego

LM: Notevole plasticità a caldo, facilmente saldabile, elevata resistenza alla corrosione.
E: Lega avente buone caratter. di estrusione e medie proprietà meccaniche, facilmente saldabile, buona formabilità.
L: Lega per impieghi generali, notevole resistenza a fatica, saldabile in gas inerti.
C: Possiede discrete caratt. di estrusione ed ottime proprietà meccaniche, lega adatta per pezzi forgiati o stampati.
ZW3: Elevata resist. alle sollec. non é soggetta a tensocorrosioni, saldabile in gas inerti solo in particolari condizioni.

segue: Leghe di magnesio Atesia

Leghe di magnesio da fonderia

Designazione ASTM	Designazione Atesia	Composizione chimica % Al	Zn	Mn	Zr	TR (1)	Th	Ag	Be	Stato di fornit. (2)	Caratt. mecc. Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A5 %
AZ61	L be	6	0,5	0,2	-	-	-	-	0,0007	GD	200	150	5
AZ63	D	6	3	0,2	-	-	-	-	-	Gs Gc	150	70	3
AZ81	T be	8	0,6	0,2	-	-	-	-	0,0007	GD	200	120	1
	T	8	0,6	0,2	-	-	-	-	-	Gs Gc T	240	90	6
										Gs Gc TA	240	120	2
AZ91	P be	9	0,6	0,2	-	-	-	-	0,0007	GD	200	140	0,5
	P	9	0,6	0,2	-	-	-	-	-	Gs Gc T	240	110	6
										Gs Gc TA	240	140	2
ZE41*	RZ5	-	4,2	-	0,7	1,3	-	-	-	Gs Gc T	200	135	3
EZ33*	ZRE1	-	2,5	-	0,6	3	-	-	-	Gs Gc A	140	95	3
ZH62*	TZ6	-	5,5	-	0,7	-	1,8	-	-	Gs Gc A	255	155	5
HZ32*	ZT1	-	2,2	-	0,7	-	3	-	-	Gs Gc A	190	90	5
QE22*	MSR	-	-	-	0,6	2		2,5	-	Gs Gc TA	240	180	2

(1) TR = terre rare. (2) GD = colato a press. Gs = colato in sabbia grezzo. Gc = col. in conchiglia grezzo. T = tempra in aria. A = invecch. artif. *Leghe prodotte da Magnesium Elektron Ltd G.B.

Caratteristiche fisiche e generali delle leghe

Designazione ASTM	Massa volumica g/cm³	Calore sp. 20°C J/(g·°C)	Condutt. ter. 20°C W/(cm°C)	Modulo elast. E N/mm²	Coeff. dilat. ter. x10⁻⁶ °C⁻¹ 20-100°C-20-200°C	Ritiro lin. st. %
AZ 61	1,80	-	-	-	27,3	1,2
AZ 63	-	-	-	-	-	1,2
AZ 81	1,81	-	-	-	27,2	1,2
AZ 91	1,83	1,00	0,71	45100	26 | 27	1,2
ZE 41	1,84	0,96 (100°C)	1,01	-	27,1	1,3
EZ 33	1,80	1,04	1,00	-	26,8	1,5
ZH 62	1,87	0,96	1,13	44100	27,1	1,3
HZ 32	1,83	0,96	1,04	44100	26,7	1,5
QE 22	1,82	1,00	-	-	26,7	-

Caratteristiche di impiego

AZ 61:
Buona duttil. e lavorab. a freddo
Tipico impiego: ruote per vetture
AZ 63:
Getti sottoposti a sforzi permanenti e sollecitazioni a fatica. Per la sua resistenza alla corrosione viene usato per la produzione di anodi.
AZ 81:
Per impieghi generali. Buona colabilità, resistenza e compattezza.
AZ 91:
Per impieghi generali. Eccellente colabilità e proprietà meccaniche Particolarmente adatta per getti colati a pressione.
ZE 41:
Per getti complessi. ottima colabilità, elevata resistenza a trazione ed a fatica anche a temperature elevate. E' saldabile.
EZ 33:
Eccellente colabilità e resistenza a tenuta. E' adatta per impieghi fino a 250°C. Buona saldabil.
ZH 62:
Ottima colabilità. Proprietà meccaniche e a tenuta sup. alla ZE41
HZ 32:
Resistenza allo scorrimento a caldo fino a 350°C, buona saldabilità e resistenza a tenuta.
QE 22:
Lega per getti "premium". resistenza allo scorrimento fino a 350°C per brevi permanenze. Buona resistenza a tenuta.

Comparazione normazioni - Leghe di magnesio

N°	ITALIA		FRANCIA			R. F. GERMANIA			AECMA
	Designazione Atesia	Norme UNI	Designazione Commerciale	AIR 9052 3380	norme AFNOR	N° della specif. per aviaz.	norme DIN1729 Designazione	N° di codice	specifiche
1	LM	-	T2	G-M2	G-M2	W.3501	M2	3.5200	-
2	E	7252	F3	G-A3Z1	G-A3Z1	W.3504	AZ31	3.5312	MG-P-62
3	L	-	M1	G-A6Z1	G-A6Z1	W.3510	AZ61	3.5612	MG-P-63
4	D	-	-	-	-	-	-	-	-
5	C	7253	-	G-A7Z1	-	W.3515	AZ81	3.5812	MG-P-61
6	T	6169	FT	G-A9	G-A9	-	AZ81	3.5812	MG-C61
7	P	8395	F10	G-A9Z1	G-A9Z1	3.5194	AZ91	3.5912	-
8	RZ5	8396	RZ5	RZ5	G-Z4TR	3.6104	RZ5	3.5101	MG-C-43
9	ZRE1	8397	ZRE1	ZRE1	G-TR3Z2	3.6204	ZRE1	3.5103	MG-C-91
10	TZ6	-	TZ6	TZ6	-	3.5114	TZ6	3.5102	MG-C-41
11	ZT1	-	ZT1	-	G-Th3Z2	3.6254	ZT1	3.5105	MG-C-81
12	MSR	-	MSR-B	-	G-Ag2,5TR	3.5164	MSR	3.5106	MG-C-51
13	-	-	-	-	-	-	-	-	MG-P-43

N°	REGNO UNITO				STATI UNITI			
	Designazione comm.	Specifiche DTD Series	Specifiche BS Series: Avio	Specifiche BS Series: Impieghi generali	Designazione AS ASTM	Specifiche AMS	Specifiche: Federali	Specifiche: Militari
1	AM 503	118 C 142 B 737 A	-	3370 3372 3373 } MAG 101	M 1A	-	QQ-M-54 QQ-M-31 B QQ-M-40 B WW-T-825B	-
2	AZ 31	-	-	3370 3373 } MAG 111	AZ 31B	4375 F 4377 D	QQ-M-44 B QQ-M-31 A WW-T-825B	-
3	AZM	-	L512 L513 L503	3372 3373 } MAG 121	AZ 61A	4350 H 4358 A	QQ-M-31 B QQ-M-40 B WW-T-825B	-
4	-	-	-	- -	AZ 63	-	QQ-M-56 B	-
5	AZ 80	-	-	- -	AZ 80A	4360 D	QQ-M-40 B	
6	AZ 81	-	3L 122	2970 MAG1	AZ 81A	-	QQ-M-56 B	
7	AZ 91	-	3L 124 3L 125	2970 MAG3	AZ 91C	4437 A 4490 E	QQ-M-56 B	MIL-M-46062A
8	RZ5	-	2L 128	2970 MAG5	ZE 41A	4439 A	-	-
9	ZRE1	-	2L 126	2970 MAG6	EZ 33A	4442 B	QQ-M-56 B	-
10	TZ6	5015A	-	2970 MAG9	ZH 62A	4438 B	QQ-M-56 B	MIL-M-46062A
11	ZT1	5005A	-	2970 MAG8	HZ 32A	4447 B	QQ-M-56 B	-
12	MSR	5055	-	- -	QE 22A	4418 C	QQ-M-56 B	MIL-M-46062A
13	ZW3	-	L 505 L 514	3372 3373 } MAG 151	-	-	-	-

Leghe stagno-piombo per saldature dolci e rivestimenti

Composizione chimica e designazione di leghe stagno-piombo in pani verghe o fili per saldature dolci e rivestimenti di superfici.

Composizioni, caratteristiche ed applicazioni dei tipi di lega

Tipo *	Sigla	Sn %	Intervallo di fus. °C	Applicazioni
Pb Sn 60	SN60	59÷61	183÷188	Saldature di fili sottili
Pb Sn 50	SN50	49÷51	183÷215	Saldature a mano ed a macchina per scatolame
Pb Sn 40	SN40	39÷41	183÷238	Saldature a mano ed a macchina per scatolame
Pb Sn 35	SN35	34÷36	183÷248	Saldature a mano ed a macchina per scatolame
Pb Sn 33	SN33	32÷34	183÷252	Saldature a mano ed a macchina su piombo e sue leghe
Pb Sn 30	SN30	29÷31	183÷255	Saldature a mano ed a macchina su piombo e sue leghe
Pb Sn 25	SN25	24÷26	183÷266	Rivestimenti di superfici
Pb Sn 20	SN20	19÷21	183÷272	Rivestimenti di superfici

*Impurezze max %: Sb 0,15, Bi 0,05 Fe 0,03, Cu 0,03, As 0,03. Altre impurezze: ciascuna 0,01 Totale delle impurezze max: 0,30. La designazione delle leghe per saldatura stagno-piombo deve essere effettuata indicando il tipo di lega ed il riferimento UNI. Esempio di designazione di una lega per saldatura del tipo PbSn35:

Lega UNI 10368 Pb Sn 35

Zinco di prima fusione in pani

Designazione UNI 2013	Zn min %	Impurità max % Pb	Cd	Fe	Sn	Cu	Glob.
Zn 99,995	99,995	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,005
Zn 99,99	99,99	0,005	0,003	0,003	0,001	0,002	0,010
Zn 99,95	99,95	0,03	0,02	0,02	0,001	0,002	0,050
Zn 99,5	99,5	0,45	0,15	0,03	0,005	-	0,50
Zn 98,5	98,5	1,4	0,20	0,05	-	-	1,50
Zn 98	98	1,8	-	0,08	-	-	2,0

* Il limite di contenuto degli elementi non specificati possono essere richiesti. Zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia per usi generali ottenuto direttamente dal minerale o dagli altri materiali zinciferi con procedimento di distillazione o elettrolisi. Pani aventi massa di 20-30 kg.

Zinco B in pani, placche, granaglie, polveri, ecc.

Designazione UNI 2014	Titolo min	Impurità tollerate max % Totali	Pb	Sn	Fe	Cu	Al	Altre
Zn B 99	99	1,0	0,8	0,1	0,10	0,10	0,05	0,2
Zn B 98	98	2,0	1,5	1,0	0,15	0,30	0,10	0,3
Zn B 97	97	3,0	2,0	1,5	0,20	0,50	0,10	0,3

Zinco ottenuto per semplice rifusione o comunque con procedimenti che non implichino riduzione, distillazione o elettrolisi.

Leghe di zinco per fonderia

Le seguenti leghe sono idonee ad essere utilizzate nelle colate per gravità (in conchiglia, in terra, a cera persa) per costruzione di prototipi, stampi o piccole serie, oppure nella pressofusione, che per produrre medie e grandi serie é la più diffusa. Con esse si ottengono pezzi finemente dimensionati utilizzabili nei campi dell'automobile, elettrodomestici, macchine ufficio, Apparecchiature radioTV, cine, foto, ottica, giocattoli, articoli sportivi, serramenti, macchine agricole, ecc. I dati esposti sono conformi alla UNI 3718 salvo le impurità delle leghe notevolmente inferiori, comunicate dai costruttori tramite il Centro Promozione Zinco (Via Cola di Rienzo 297 Roma)

- Caratteristiche tecnologiche dei getti. Lavorabilità all'utensile, tenuta a pressione, lucidabilità : buona. Caratteristiche meccaniche a temperatura elevata (≥50°C): cattive. Resistenza generale alla corrosione: sufficiente Tolleranze: ±0,02 mm per dimensioni minori di 15 mm. ±0,15% per dimensioni da 15 a 100 mm. ±10% per dimensioni oltre 100 mm. Spessore di parete min 0,6 mm. Diametro dei fori d min 1 mm. Lunghezza dei fori passanti max 8d. Profondità dei fori ciechi max 4d. Rastremazione delle anime per millimetro di lunghezza min 0,003.

- Vantaggi delle leghe di zinco - Contenere il peso del manufatto, nel rispetto dei requisiti strutturali e funzionali, ha incontrato piena e soddisfacente risposta nelle proprietà tipiche dei getti colati o pressocolati in leghe di zinco. Inoltre, la semplicità e il basso costo dell'operazione di colata o pressocolata ne hanno favorito l'impiego sempre maggiore. Rispetto ad altre leghe a più alto punto di fusione, si ha grande accuratezza e complessità ottenibile, spessori sottili, dettagli minuti, ecc. Velocità di produzione considerevolmente più alta specie nella pressocolata. Infine i getti consentono trattamenti protettivi ed estetici della superficie tipo placcatura, verniciatura ecc. In molti casi nessuna operazione di finitura. Esemp. design: Lega di zinco UNI 3718 - Gp-ZnAl14

Designaz. UNI 3718	Contrassegno	Analisi chimica percentuale								
		Al	Cu	Mg	Fe	impurità massime Cd	Pb	Sn	Cd+Pb+Sn	Zn
Gp-ZnAl4	ZA4	3,9÷4,3	≤0,03	0,03÷0,06	0,03	0,003	0,003	0,001	0,008	resto
Gp-ZnAl4Cu1	ZA4C1	3,9÷4,3	0,75÷1,25	0,03÷0,06	0,03	0,003	0,003	0,001	0,006	resto
Gp-ZnAl4Cu3	ZA4C3	3,9÷4,3	2,7÷3,5	0,03÷0,06	0,03	0,003	0,003	0,001	0,006	resto

Caratteristiche fisiche		Gp-ZnAl4	Gp-ZnAL4Cu1	Gp-ZnAl4Cu3
Massa volumica	kg/dm²	6,60	6,65	6,70
Intervallo di fusione	°C	380÷386	380÷386	379÷389
Intervallo di pressocolata	°C	400÷440	400÷440	400÷440
Calore specifico	J(g·°C)	0,41	0,44	0,427
Conduttività termica a 20°C	W(cm·°C)	1,13	1,09	1,05
Resistività	μΩ·m	0,0640	0,0655	0,0675
Coduttività elettrica a 20°C	Sm/mm²	15,7	15,3	14,6
Modulo di elasticità E	N/mm²	98066	98066	98066
Coefficiente dilataz. termica x10⁻⁶ °C⁻¹		27,4	27,4	27,7
Ritiro lineare	%	1,17	1,17	1,25
Caratteristiche meccaniche				
Carico di rottura a trazione Rm	N/mm²	245÷275	275÷305	295÷325
Allungamento A (indicativo)	%	1,5	2	2
Durezza Brinell HB		70÷85	80÷90	85÷100
Resilienza K (indicativo)	J/cm²	20	15	15

Leghe speciali di zinco da fonderia

Centro Italiano Promozione Zinco - Via Cola di Rienzo 287 Roma

Queste leghe di zinco per fonderia hanno qualità e caratteristiche che si evidenziano nella colata per gravità e, maggiormente, nella pressocolata. Da ciò deriva la loro importante presenza qualitativa e quantitativa nei vari settori industriali e ornamentali La più importante fra queste qualità e caratteristiche, comuni a tutte le leghe di zinco sono: basso punto di fusione, elevata fluidità e quindi ottima colabilità che permette tra l'altro di avere getti finemente dimensionati, precisi e finiti di fusione, buona resistenza meccanica, lavorabilità all'utensile, tenuta a pressione; ottima resistenza alla corrosione, idoneità a trattamenti superficiali, elettrolitici e di verniciatura.

- ILZRO 12 (ZA12) Questa lega é particolarmente usata nella colata per gravità dei prototipi per la pressocolata e nelle piccole serie. Pur essendo studiata per la colata ha buona attitudine alla pressocolata.

- ILZRO (ZA14) E' una lega che può sostituire leghe di alluminio ed ottone per la sua resistenza al calore ed alle sollecitazioni meccaniche. E' idonea alla pressocolata con preferenza a camera fredda a causa della sua relativamente alta temperatura di fusione può essere usata anche nella colata per gravità.

- KAIEM 1 e KAIEM 2. Queste leghe sono particolarmente indicate nella costruzione di stampi per materie plastiche e fusioni in gomma e nella formatura o tranciatura di lamiere di alluminio e acciaio dolce. Hanno facilità di fusione e buona attitudine alla colata per gravità. Inoltre il materiale può essere rifuso tre volte, per successive utilizzazioni.

- ZA 27 (328) Questa lega con alto tenore di Al (27%) é idonea alla colata e pressocolata. Ha caratteristiche tecnologiche e meccaniche paragonabili ad una buona ghisa. La sua utilizzazione é raccomandata per organi meccanici particolarmente sollecitati. Ha inoltre buone caratteristiche antifrizione che ne consentono l'utilizzazione in alternativa alle leghe di bronzo. Buona resistenza alla corrosione e alla abrasione. Principali produttori italiani: SAMETON (328). PERTUSOLA SUD. SAMIN.

Composiz. chimica % e principali caratterist. delle leghe

Leghe		ZA 12 ILZRO 12	ZA 14 ILZRO 14	KAIEM 1	KAIEM 2	328 ZA 27
Alluminio		11,0÷13,0	0,01÷0,03	3,90÷4,30	3,90÷4,30	25,0÷28,0
Rame		0,55÷1,25	1,00÷1,50	2,70÷3,50	2,70÷3,50	2,00÷2,50
Magnesio		0,01÷0,03	-	0,09÷0,14	1,80÷2,20	0,01÷0,02
Titanio		-	0,25÷0,30	-	-	-
Impurezze max	Ferro	0,030	0,030	0,030	0,030	0,100
	Cadmio	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004
	Piombo	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	Stagno	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Zinco		resto	resto	resto	resto	resto
Massa volumica	kg/dm³	6,0	7,18	6,7	6,6	5,0
Coeff. dil. term. x10 °C		27,5	27	27,7	28	26
Carico rottura pressocolata	N/mm²	345÷363	245	-	-	400÷440
Carico rottura colata	N/mm²	280÷320	175	195÷215	155÷195	390÷440
Durezza Brinell	HB	95÷115	80	105÷110	145÷150	110÷122
Intervallo di fusione	°C	380÷432	415÷418	378÷390	353÷358	375÷484
Intervallo di pressocolata	°C	465÷485	460÷470	-	-	550÷580
Intervallo di colata		460÷600	-	420÷430	390÷400	550÷580

Metalli bianchi antifrizione a base stagno, stagno-piombo, stagno-zinco

N°	UNI	Designazione	Comp. chim. % Sn	Pb	Ni	intervallo di fus. °C	col. °C	HB	m.v.
1	4515	SnSb6,5Cu3,5	90	-	-	240÷400	420÷480	18÷22	7,30
2		SnSb8Cu3,5Cd1,1Ni	87,5	-	0,2	220÷410	430÷450	25÷35	7,35
3		SnSb8Cu7	85	-	-	240÷410	430÷490	23÷27	7,35
4		SnSb11Cu6	83	-	-	240÷410	430÷490	23÷27	7,32
5		SnSb11Cu9	80	-	-	240÷430	450÷510	25÷29	7,37
6		SnSb12Cu6Pb2	80	2	-	187÷410	430÷490	24÷28	7,39
7	4516	SnPb23Sb13Cu4	60	23	-	187÷300	320÷380	20÷24	
8		SnPb42Sb13Cu3	42	42	-	187÷300	320÷380	18÷22	
9		PbSn30Sb1Cu3	30	54	-	187÷320	340÷400	19÷23	
10		PbSb15Sn14Cu1,5	15	69,5	-	248÷330	350÷410	22÷26	
11		PbSb15,5Sn10Cu1	10	73,5	-	248÷305	330÷390	21÷25	
12	4517	SnZn21Cu3	76	-	-	200÷330	350÷410	15÷19	
13		SnZn30Cu2	68	-	-	200÷340	360÷420	16÷20	

N°	Usi caratteristici	N°	Usi caratteristici
1	Altissime velocità, pressioni elevate in condiz. di surriscaldamento. Es. motori otto ad alto regime, diesel veloci, turbine, dinamo, convert. ecc.	6	Veloc. notevoli, press. medie cusc. molto caricati, ambienti a temp. ordinaria. Es. turbine, motori elettr. macchine utensili, ecc.
2	Alte velocità, press. relat. elevate, cusc. con alto carico, forti sollec. in ambienti surrisc. Es. cusc. macchinari	7	Veloc. e press. medie, cusc. mediamente caricati, temp. ord. Es. alternatori, macchine operatrici lente, ecc.
3	c.s. ma con vibrazioni e fatica. Es. cusc. auto, medi e grandi motori otto e diesel, turbine marine, altern., ecc.	8 9	Veloc. discrete, press. basse. Es. alternatori, turbine, parte superiore dei cusc., macchine operatrici lente, ecc.
4	Alte veloc. press. elevate, parti soggette a sollec. dinamiche. Es. locomotive a vapore o elettr., alternatori.	10 11	Veloc. basse, press. discrete purché a freddo. Es. vagoni ferroviari
5	Veloc. notevoli, press. elevate, cusc. molto caricati, in ambienti surriscaldati. Es. turbine, pompe, ecc.	12	Veloc. alte, carichi discreti organi soggetti a corrosione salina. Esempio, assi porta elica.

Piombo in pani (Rif. UNI 3165)

Comp.ch. nominale Qualità	Bi	Ag	Cu	As	Sb	Sn	Fe	Zn	altri elem.	totale
	max %									
Pb 99,99	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,01
Pb 99,97	0,020	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,03
Pb 99,95	0,025	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	2,05

Esempio di designazione di un pane di piombo della qualità 99,95:
Pb 99,95 UNI 3165

Trattamenti superficiali dei materiali

- Rivestimenti metallici - Rivestimenti elettrolitici per impieghi industriali

Per ogni trattamento, il galvanotecnico ha necessità di informazioni tecniche come: comp. chimica del materiale, trattam. prima e dopo la elettrodep., finit. superf. substrati, ecc. Queste sono elencate nelle rispettive norme.

Di nichel e di cromo su met. ferrosi e non. Di argento, oro e loro leghe su mater. metall. e non.

Rivest. di Nichel (UNI-ISO 4526)

Per ottenere: resistenza all'abrasione, corrosione, carichi, scagliatura, tenacità, duttilità.
Per fornire speciali caratteristiche a componenti nuovi; ricostruire parti usurate o come substrato a successiva deposizione di cromo
Spessori senza limite tecnico (fino a 15 mm e più).
- Tipiche proprietà meccaniche del Ni depositato confrontate con il nichel laminato -

	Aspetto	Durezza HV	Allungam. %	Res. traz. MPa	Tens. int. MPa
Ni lamin. a cald.ricot.	-	90÷140	40 min	38 min	-
Ni Watts	opaco	130÷200	23÷30	410	150
Ni solfammato	opaco	160÷200	18	410	14

Rivestim. di cromo (UNI-ISO 6158)

Per ottenere: resistenza all'abrasione, corrosione, carichi, basso coefficiente d'attrito.
Esempi di spessori utilizzabili:
Per stampi di materie plastiche, utensili da taglio fino a 12 µm, pistoni e cilindri motori a comb. interna 12-50 µm. Protezione da corros. e/o usura magg. di 50 µm. Da rettificare a misura 50-250µm.
Durezza del rivest. non < di 750HV
Cromat. diverse dal convenzionale
a) esente da fessurazioni (> resistenza alla corrosione).
b) porosa o fessurata (per trattenere olio).
c) doppia (elev. protez. corros.)

Rivestim. di argento e sue leghe (UNI-ISO 4521)

Per impieghi elettrici, elettron. e altre applicaz. industr. per la loro conducibilità molto elevata.
Numero di classificazione:
a) simbolo metallo base (se lega, del metallo principale), NM se non metallico.
b) simbolo o simboli del metallo del substrato (quando necessario)
c) simbolo Ag seguito, quando richiesto, dal numero del contenuto min di Ag (numero fra parentesi).
d) spessore min.
Significato dei simboli: Ni = nichel, Cu = rame, Cu/Ni = nichel su rame, Sn/Ni = lega stagno-nichel. Esempi:
Rivest. di Ag, spess. 20 µm, su ottone: Cu/Ag 20.
Rivest. di Ag al 99,9%, spess. 10 µm, su acciaio, substr. di nichel Fe/Ni/Ag (99,9) 10.
Spess. tipici dei rivest. (non lavorabili successiv.) per impieghi industr. µm 2 - 5 - 10 - 20 - 40.
Se da lavorare, gli spess. si riferiscono allo strato lavorato.

Rivestmenti di oro e sue leghe (UNI-ISO 4523)

Per impieghi elettrici, elettron. e altre applicaz. industr. per la loro resist. alla corrosione, ossidaz. superf., saldabilità, resist. all'usura, facilità nel formare giunzioni per la resist. elettrica di contatto bassa e stabile
Il N° di classif. si forma come per l'Ag (Au anziché Ag). Esempi:
Riv. di Au, spess. 5 µm su acc., Ni come substrato: Fe:Ni/Au 5.
Rivest. di oro al 98,0%, spess. 2 µm, su lega di Zn, substr. di nichel su rame: Zn/Cu/Ni/Au(98,0)2.
Spess. tipici dei rivest. µm 0,25 0,5 - 1 - 2,5 - 5 - 10.
I rivest. possono essere anche a due o più strati separati di oro o di lega di oro, con differente contenuto di oro (che può essere specificato dal committ.) In nessun caso il titolo deve essere minore del 58,5% (m/m).

Trattamenti superficiali dei materiali

Rivestimenti su materiali ferrosi di Ni-Cr, Zn, Cd.Di conversione a base di cromati su riv.di Zn e Cd di Nichel-Cromo (UNI 6161)

Ra del metallo base 0,3 um

Scelta delle classi

Impiego in ambienti:		Classe	Ni min	Cr µm
1	blandam. corrosivi	Fe Ni10b Cr r	10	0,3
		Fe Ni10px Cr r	10	0,3
2	moderat. corrosivi	Fe Ni20b Cr r	20	0,3
		Fe Ni20px Cr r	20	0,3
3	molto corrosivi	Fe Ni25d Cr m	25	0,8
		Fe Ni25p Cr m	25	0,8
		Fe Ni30b Cr m	30	0,8
		Fe Ni30d Cr f	30	0,8
		Fe Ni30d Cr r	30	0,3
		Fe Ni30p Cr r	30	0,3
		Fe Ni40b Cr r	40	0,3
4	particolarmente corrosivi	Fe Ni30d Cr m	30	0,8
		Fe Ni30p Cr m	30	0,8
		Fe Ni40b Cr m	40	0,8
		Fe Ni40p Cr r	40	0,3
		Fe Ni40d Cr r	40	0,3
		Fe Ni40d Cr f	40	0,8

Significato dei simboli:
b = nichelio sotto forma lucida.
px = nichelio opaco non lucidato.
p = nichelio opaco lucid. meccan.
d = depos. di nich. doppio.1°strato 60% del tot. 2°str. come per b
r= cromo conv. f= cromo esente da fessuraz. m= cromo microfessurato

Tipo di finitura
B = lucido o speculare, M = matto o opaco, S = satinato.
Esempio di designazione:
Rivest. UNI 6161-FeNi 20 b Cr r B

di Zinco su ferro e acciaio (UNI-ISO 2081)

Protezione dalla corrosione. Non si applica a lamiere, nastri, filo (grezzo), molle a spirale(chiuse) ne per scopi diversi da quelli protettivi o decorativi.

Codice di classificazione

Utilizzo o durata	Codice classif.	Spess. min. locale µm
a severità crescenti	Fe/Zn 5*	5
	Fe/Zn 8*	8
	Fe/Zn12°	12
	Fe/Zn25°	25

* seguito, se necessario, dal simbolo di convers. a base di cromati UNI-ISO 4520.- ° Raccomandato, uno strato di convers. di classe 2 UNI-ISO 4520.
Esempio di designazione:
Rivestimento UNI-ISO 2081-Fe/Zn 5

di Cadmio su ferro e acciaio (ISO 2082- 10a Ediz.)

Protezione dalla corrosione. Non si applica a lamiere, nastri,filo (grezzo), molle a spirale(chiuse) ne per scopi diversi da quelli protettivi o decorativi.

Condizione di utilizzo o durata in serv.	Codice di classificazione	Spessore minimo locale µm
a severità crescente	Fe/Cd 5*	5
	Fe/Cd 8*	8
	Fe/cd 12°	12
	Fe/Cd 25°	25

* e ° vedi UNI-ISO 2081.
Esempio di design.(con conversione di cromato c 2A UNI+ISO 4520):
Rivestimento ISO 2082 Fe/Cd 8 c2A
(Attenzione il Cd é mat. tossico)

Rivestimenti di conversione a base di cromati su rivest. elettrolitici di Zn e Cd (UNI-ISO 4520).
I rivest. di Zn e Cd vengono cromatati per ritardare la formazione di prodotti di corrosione sulle superfici dei rivestim. esposti in atmosfere corrosive.
Indicazione della classe o della classe e tipo. Esempio:
Fe/Cd 8 c2, Fe/Zn 25 c 1A.

Classific. dei rivest. di conv.

Classe	Des.	Tipo	Aspett. caratt.	Massa g/m²	Protez. anticorr.
1	A	chiaro	trasp. chiaro	0,5	modesta contro macchie o elevata umid.
	B	bianco incol.	trasp. irides.	1,0	
2	C	iridescente	giallo irides.	0,5-1,5	consider. compresi certi vapori organici.
	D	opaco	verde marrone bronzo	0,5	

Resistenza alla corrosione

Des.	classif. possib.	Tempo min per formazione di prod. di corros. bianchi
A	1, 1A	6 ore
B	1B	24 ore
C	2, 2C	72 ore
D	2D	96 ore

Trattamenti superficiali dei materiali

Rivestimenti di Zn per immersione su prodotti finiti ferrosi.
Rivestimenti di Zn per immersione dei tubi di acciaio.

Rivest. a caldo di zinco su materiali ferrosi (ISO 1461)
Si applica ai rivestimenti di galvanizzazione a caldo sull'acciaio da costruzione, gli assemblaggi in acc., i prodotti finiti in lamiera di acc., gli assemblaggi di tubi, i tubi di grande Ø già piegati e saldati prima della galvanizzazione, i recipienti, i prodotti finiti fabbricati in filo d'acc. trafilato non rivestito, i pezzi di piccole dimens. prodotti in serie, i pezzi in acc. fuso, forgiati, stampati, i pezzi in ghisa e prodotti similari.

Natura del prodotto	massa media del rivest. sul N° dei pezzi convenuto g/m²	massa min di rivest. su qualsiasi pezzo g/m²
acciaio spess. 5 mm	500	450
acc. spess. compreso tra 1 e 5 mm	Oggetto di accordo fra le parti. La massa del rivest. aumenterà con lo spessore.	
acc. spess. min.di 1 mm	350	300
dadi e bull. Ø > di 9 mm	375	300
pezzi fusi (ghisa e acciaio)	500	450

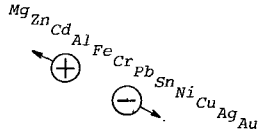
Rivest. a caldo di zinco dei tubi di acciaio (UNI 5745)
Si applica alla zincatura di tubi saldati o non, di acciaio legato o non. Zinco con purezza non minore di Zn 98,5 UNI 2013. Per zincatura a caldo automatica o semi-automatica si intende il rivest. di zinco ottenuto per immersione in un bagno di zinco fuso con impianti che prevedono l'estrazione del tubo e l'asportazione dell'eccesso di zinco sulle superficie interne ed esterne mediante dispositivi automatici. Le prove previste per lo strato di zinco sono:
- verifica dell'aspetto,
- determinaz. della massa media per unità di superf. (non minore di 400 g/m²) salvo diversa rich.
- verifica dell'aderenza.
- determinazione della composizione chimica del rivestimento

Rivestimenti di zinco o di alluminio, a spruzzo su mater. ferrosi. (ISO 2063)
Rivest. di zinco. Si usa Zn 99,99 (99,95 o 99,5 per accordo fra le parti).
Rivest. di allum. Si usa Al 99,5 (99,0 per accordo fra le parti).

zinco spess.µm	zinco design.	alluminio spess.µm	alluminio design.
40°	Zn 40	80°	Al 80
80	Zn 80	120	Al 120
120	Zn 120	160	Al 160
160	Zn 160	200	Al 200
200*	Zn 200	300*	Al 300

°) Si può usare per speciali applicazioni.
*) Grosso spessore, si può usare (per accordo fra le parti), se il rivestim. resta in conformità con la presente norma.

La metallizzazione allo zinco é un'operazione altamente qualificata per la sua capacità di protezione dei metalli. Classificazione dei potenziali di dissoluzione Ogni metallo é protetto da quelli che si trovano a monte.



Lo zinco ha una posizione anodica rispetto al ferro e quindi lo protegge sacrificandosi.
Applicazioni: Costruz.civili e industr. Grandi condotte (interno e est.) Torri di segnalaz. e comunicaz. Manufatti metall. in zone marine. Ponti, chiuse di canali, navi e battelli. Carcasse grossi motori. Contenit. di liquidi, gas e solidi. Autoveicoli, ecc.
(Centro Italiano Promozione Zinco Via Cola di Rienzo 297 Roma).

Trattamenti superficiali dei materiali

Rivestimenti metallici

Rivestim. elettrolit. di Cu-Ni-Cr su materiali ferr. e leghe di Zn.
Rivestim. elettrolit. di Cu-Ni-Cr su materie plastiche.
Rivest. chimici e elettrochimici di Ni su minuterie di materiale ferroso e di rame e sue leghe.

Rivest. di Cu-Ni-Cr su mat. ferrosi (ghise e acciai) e leghe di Zn (UNI 8159)
in relazione alle condizioni d'impiego (esclusi filettature in tolleranza, fogli, strisce, fili non lavorati, spire di molle e per fini non protettivi o decorativi).

a) su ghise e acciai

Condizioni di impiego e classe

1	Fe/Cu10 Ni5b Crr	3	Fe/Cu20 Ni20b Crmc
2	Fe/Cu20 Ni10p Crr		Fe/Cu20 Ni30b Crr
	Fe/Cu20 Ni10b Crr		Fe/Cu20 Ni25d Crmp
3	Fe/Cu15 Ni20d Crmp		Fe/Cu20 Ni25d Crmc
	Fe/Cu15 Ni20d Crmc		Fe/Cu20 Ni30d Crf
	Fe/Cu15 Ni25d Crf		Fe/Cu20 Ni30d Crr
	Fe/Cu15 Ni25d Crr	4	Fe/Cu20 Ni25p Crmp
	Fe/Cu15 Ni20p Crmp		Fe/Cu20 Ni25p Crmc
	Fe/Cu15 Ni20p Crmc		Fe/Cu20 Ni30p Crr
	Fe/Cu15 Ni25p Crr		Fe/Cu20 Ni25b Crmp
	Fe/Cu20 Ni20b Crmp		Fe/Cu20 Ni25b Crmc

b) su leghe a base di zinco

Condizioni di impiego e classe

1	Zn/Cu8 Ni20b Crr	3	Zn/Cu8 Ni25b Crf
2	Zn/Cu8 Ni15b Crr		Zn/Cu8 Ni35b Crr
	Zn/Cu8 Ni15p Crr		Zn/Cu8 Ni25d Crmp
3	Zn/Cu8 Ni20d Crmp		Zn/Cu8 Ni25d Crmc
	Zn/Cu8 Ni20d Crmc		Zn/Cu8 Ni35d Crf
	Zn/Cu8 Ni25d Crf		Zn/Cu8 Ni35d Crr
	Zn/Cu8 Ni25d Crr		Zn/Cu8 Ni25p Crmp
	Zn/Cu8 Ni20p Crmp		Zn/Cu8 Ni25p Crmc
	Zn/Cu8 Ni20p Crmc	4	Zn/Cu8 Ni35p Crf
	Zn/Cu8 Ni25p Crf		Zn/Cu8 Ni35p Crr
	Zn/Cu8 Ni25p Crr		Zn/Cu8 Ni35b Crmp
	Zn/Cu8 Ni25b Crmp		Zn/Cu8 Ni35b Crmc
	Zn/Cu8 Ni25b Crmc		Zn/Cu8 Ni35b Crf

Graduatoria di severità dell'impiego: 1 = leggero, 2 = moderato, 3 = severa, 4 = eccezion. severa. Per le condizioni di impiego, 1 e 2 si possono sostituire i tipi di rivest. di Ni p o d, con Ni b, ed i tipi di rivest. di Cr f, mc o mp con Cr r. Lo spess. dello strato di Cu, per pezzi complessi, è opportuno sia da 10 a 12 µm. (Es. Zn/Cu 12 Ni25d Crmc).
Rugosità Ra = 0,3 µm (ferrosi) e 0,5 µm (leghe di zinco).
Significato dei simboli e tipo di finitura, come per Ni-Cr su acciaio della UNI 6161.

Rivestimen. elettrolit. di nichel per ottenere caratt. decorative e di resistenza alla corrosione.- UNI-ISO 1458
Condizione di servizio (N°): 3 severa; 2 moderata; 1 leggera; 0 eccez. leggera

N°	su acc. o ferro	su leghe di zinco *	su rame e leghe	su allum e leghe
Codoce di classificazione				
3	Fe/Ni30b	Zn/CuNi25b	Cu/Ni20b	Al/Ni30b
2	Fe/Ni20b	Zn/CuNi15b	Cu/Ni10b	Al/Ni20b
1	Fe/Ni10b	Zn/CuNi10b	Cu/Ni 5b	Al/Ni10b
0	Fe/Ni 5b	Zn/CuNi 5b	Cu/Ni 3b	-

Tipi di rivestimenti: (*sottostr. Cu = 8µm)
b, per nichel in condiz. totalm. lucido.
p, opaco o semilucido (lucid. meccanica).
s, opaco, satinato o semil.(luc.non mec.)
d, rivestimento a 2 o 3 strati.
Es. des. Ni lucido su Fe (con sottostrato di rame) Cond. serv. 3: Fe/Cu20 Ni30b.

Rivestimenti di Ni + Cr su materie plastiche (PL) UNI-ISO 4525.
Si può chiedere un 1°strato di Cu o di Ni duttile per ovviare la diversa dilat. term. tra PL e riv.
Condizioni di servizio (graduaz.)
N° 4 - esterne eccezion. severe.
N° 3 - esterne normali.
N° 2 - interne ove possono prodursi condensazioni.
N° 1 - int. atmosf. calda e secca
Lettere A, B o C (prova termica).
A: limiti di temp. di 75°C e 20°C
B: " " " " 75°C e-20°C
C: " " " " 75°C e-40°C
N° di classificazione (facoltat.)
4*- PL/Ni 25 b (o s) Cr mc(o mp);
PL/Ni 25 d Cr r (o mc o mp).
3*- PL/Ni 20 b (o s o d) Cr r;
PL/Ni 15b(s o d) Cr mc(o mp).
2*- PL/Ni 10b(s o d) Cr r(mc,mp).
1*- PL/Ni 5 b(o s) Cr r(mc o mp).
* = AB e C. Cr (r,mp) 0,3 µm min (mc) 0,3 µm min (0,8 a richiesta)
Esempio Ni 15 µm opaco + Cr 0,3µm microporoso: PL/Ni 15 s Cr mp.
Signif. simboli: s = opaco o satinato, mp = microporoso, mc = microfessurato, altri vedi UNI 6161

segue: Trattamenti superficiali dei materiali

Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe
Classificazione e caratteristiche degli strati di ossido anodico mediante processi elettrolitici a scopo protettivo e decorativo.
Gli strati di ossido sono sempre (salvo accordi diversi), fissati mediante opportuno trattamento.
La colorazione deve essere concordata mediante 2 campioni ai limiti di tolleranza. Esempio design. ossid. anod.brillante 5 µm grigio Rivestim.- UNI 4522-BRI 5 grigio.

Classe	Caratter. visive	µm	Applicazioni tipiche	Materiali da ossidare
OTO-3	Ottico	3	Riflettori per interni,bigiotterie	Allum.≥99,8% e sue leghe monofasi da ossid. anod.con Fe≤0,1%
OTO-5	Ottico	5	Riflettori per interni	Allum.≥99,99% e sue leghe monofasi da ossidazione anodica.
OTO-10	Ottico	10	Rifl. per est. (strato rinforzato)	
BRI-3	Brillante	3	Minuteria corrente	Allum.≥99,5% e sue leghe da ossidazione anodica con Fe≥0,20%
BRI-5	Brillante	5	Minuteria di qual. fregi da autov.	
ARP-5	Architet. lucido	5	Parti architettoniche per usi interni non soggette a manipolazioni frequenti	Alluminio di titolo ≥ 99,5% e sue leghe da ossidazione anodica
ARS-5		5		
ARC-5		5		
ARP-10	Architet. spazzolato	10	Parti architettoniche esposte in atmosfera rurale o urbana con manutenz. period. (non industriale)	
ARS-10		10		
ARC-10		10		
ARP-15	Architet. satinato chimicamente	15	Parti architettoniche esposte in atmosfera industriale o marina	
ARS-15		15		
ARC-15		15		
ARP-20		20	Parti architettoniche esposte in atmosfera industriale o marina (Strato rinforzato)	
ARS-20		20		
ARC-20		20		
IND-5	Industriale grezzo	5	Protezione parti industriali	Allum. ≥ 99,0% e sue leghe preparate da AL ≥ 99,0% con alliganti in tenore complessivo non >del 13% di cui Cu ≤ 6%
IND-10		10		
IND-20		20		
VET-3	Vetroso	3	Effetti speciali a smalto Parti con cavità non facimente lavabili	Alluminio ≥ 99,5% e sue leghe da ossidazione
VET-5		5		

Rivestimento di conversione chimica. Trattamento di cromatazione e di fosfocromatazione su alluminio e sue leghe. (da UNI 9921).

	Classe	Aspetto	Massa rivestimento g/m²
Cromataz.	1	iridescente	0,05-0,2
	2	da giallo iridescente a giallo oro	0,2-1,3
	3	da giallo oro a marrone	1,3-3,0
Fosfocromat.	4	incolore	0,05-0,2
	5	da verde iridescente a verde	0,2-2,0
	6	da verde a verde intenso	2-5

Caratteristiche protettive e usi:

A base di cromati e di cromati/fosfati; si formano per contatto fra una superficie di alluminio e una soluzione acida contenente cromati, fosfati (nel caso della fotocromatazione), fluoruri e additivi vari.
1-4 Limitata resistenza alla corrosione; bassa resistenza nei contatti elettrici. Per decorazione, preverniciatura nastri.
2-5 Buona resistenza alla corrosione. Preverniciature in genere.
3-6 Elevata resistenza alla corrosione. Principalmente per trattamenti fini a se stessi. Elevata resistenza nei contatti elettrici per la classe 6.
Esempio di designazione:
Rivest. di convers.UNI9921-cl. 3.

Trattamenti superficiali dei materiali

Rivestimenti elettrolitici su rame e sue leghe. a) di Ni-Cr UNI 9948 (Prospet. IV)

Codice classif.	Cond. serv.	Spessore e tipo di rivest. di Nichel. Spess. vedere codice classificazione. b = Ni stato brillante. p = Ni opaco lucid. mecc. s = Ni opaco satinato. d = doppio o triplo strato.
Cu/Ni30d Cr r		
Cu/Ni30d Cr mp		
Cu/Ni25d Cr mp		
Cu/Ni30r Cr r		
Cu/Ni25p Cr mc	4 eccez.	
Cu/Ni25p Cr mp	severe	
Cu/Ni30b Cr mc	-	
Cu/Ni30b Cr mp		
Cu/Ni25b Cr r	3 severe	
Cu/Ni10b Cr r	2 moderate	
Cu/Ni5b Cr r	1 leggere	
Cu/Ni3b Cr r	0 ecc.legg.	

Spess. e tipo di rivestimento di cromo: Cr r = cromo ordinario spess. 0,3 µm. Cr mc = Cr microfessurato spess. 0,5 µm. Cr mp = Cr microporoso di spessore 0,5 µm.

Rivest. elettrol. di stagno UNI-ISO 2093 su oggetti di metallo per protezione dalla corrosione e facilitare la saldatura.

Cond. serv.	Metallo base rame	Spess. µm	Altri met. base	Sp. µm
4	Sn 20	30	Sn 30	30
3	Sn 15	15	Sn 20	20
2	Sn 8	10	Sn 12	12
1	Sn 5	5	Sn 5	5

Nº cond. di servizio 4: eccez. severe 3: severe, 2: moderata, 1: leggera.

Rivest. di convers.fosfatica UNI-ISO 9717 applicab. su ferrosi, allum.,zinco e acc. zincato come finitura o strato intermedio per successivi rivestimenti.

Tipo di rivestimento	Designaz.	massa riv. (g/m^2) Fe	Al	Zn
Fosfato di Zn	Znph	1a30	,3a10	1a60
Fosfato Zn-Ca	ZnCaph	1a30	-	1a10
Fosfato di Mn	Mnph	1a30	-	-
Fosfato di Fe	Fehph	5a60	-	-
Fosf.di Fe da tratt.fos.alc.	Feph	,1a1,5	-0,3	,1a2

r = protez. dalla corros. Per facilitare: la deform. a freddo= z; lo scorrimento= g la colorìtura= e. Applicaz. di oli e grassi= f; cere= w; saponi= s; vernic.= a; sigill. inorg.= d. Es. design. rivest.fosf. di Zn per protez. dalla corros. massa 3 g/m^2, con success. verniciat.: Znph r 3 a

Annerimento di minuteria in acciaio inox "Nerinox" UNI 9579

Rivestimento nero per immersione in ossidi e solfuri, su viti, rosette, molle e dadi di qualsiasi tipo di acciaio inox, per motivi estetici e per migliorare la resistenza alla corrosione. Spessori, di regola, minori di 1 µm.Trattamento finale di oleatura.

Colorazione per interferenza dell'acciaio inossidabile.

Sono previste tre fasi essenziali:

a) Preparazione superficiale (non indispensabile su lamiere con finitura tipo 2B o tipo BA).

b) Colorazione per immersione in soluzione acquosa di acido cromico (200-300 g/l) e di acido solforico (450-550 g/l) portata a temperatura di 70-90 °C. Il tipo di colorazione, dipende essenzialmente dalla temperatura del bagno. I colori si susseguono, nel tempo nella seguente maniera: bronzo, viola, blu, oro, oro scuro, rosso e verde. Tra questi colori esistono diverse tonalità intermedie. (Brevetto INCO)

c) Fissaggio. Per resistere alle azioni degli agenti esterni (sfregamenti, variazioni termiche, condizioni atmosferiche diverse,ecc). L'acciaio inox subisce un trattamento catodico (soluzione di acido cromico e acido fosforico). (Brevetti Poligrat) che determina un fenomeno di conversione superficiale. La formazione di diversi colori avviene per "interferenza" e pertanto si modifica l'aspetto superficiale senza deposizione di vernice o ricoprim. vari. Sempre utilizzando bagni chimici, si può ottenere una brunitura scura, grigio scuro, o canna di fucile, specie per piccoli particolari per scopi estetici o antirifl. Infine l'acciaio inox, dopo opportuna preparazione, può essere pitturato o smaltato.

Con smalti trasparenti si possono ottenere notevoli effetti estetici eseguendo sulla superficie dell'inox figurazioni con mezzi abrasivi, prima della smaltatura.

Da INOSSIDABILE - Centro Inox Piazza Velasca 10 - 20122 - Milano

Materiali amminoplastici da stampaggio

I materiali amminoplastici (Rif. UNI 4302) sono composizioni e mescole termoindurenti impiegate per stampaggio a caldo in forma chiusa e consistono essenzialmente di una resina ammino-aldeidica intimamente mescolata con rienpitivi, pigmenti e coloranti. I materiali amminoplastici da stampaggio sono classificati secondo la loro resina base, il loro riempitivo e le loro caratteristiche nei cinque tipi indicati nel seguente prospetto.

Tipo	Resina	Riempitivo	Caratterist. d'impiego
40	Resina ureica	Organico (es. o - cellulosa)	Proprietà generali correnti.
50	Resina melamminica	Organico (es. o - cellulosa)	Buona resistenza all'acqua bollente.
51	Resina melamminica	Organico (es. o - cellulosa)	Buona res. all'acqua bollente, migliori caratteristiche del tipo 50.
52	Resina melamminica	Minerale (es. amianto)	Buona resistenza al calore
53	Resina melamminica	Inorganico (es. fibre di vetro)	Elev. caratt. meccaniche termiche ed elettriche.

Caratteristiche: I materiali da stampaggio di questa norma devono presentare le caratteristiche indicate nel prospetto seguente per essere considerati conformi. I valori di altre caratteristiche che interessano il committente potranno essere concordati a parte.

Caratt. fisiche, meccaniche ed elettriche.		Tipo 40	50	51	52	53
Massa volumica (UNI 7092)	max	1,6	1,6	1,6	2	2
Assorb. acqua (UNI-ISO 62)	max	100	50	50	30	100
idem bollente (UNI-ISO 62)	max	400	100	100	50	-
Ritiro lin.**(UNI 4285)	%	,8-1,2	,6-1	,6-1	,3-,7	,08-,12
Temp. di deform. sotto carico (grado Martens*)(UNI 4281)	°C	100	125	125	140	170
Resistenza alla combustione	min	3	3	3	4	5
Resistenza alla fless. (UNI 7219)	N/cm^2 min	8825	8825	7845	4900	7845
Resist. alla fless. per urto (UNI 6062)	$N\ cm/cm^2$ min	78	78	69	34,3	147
Resistiv. superf.(UNI 4288) -su prov. cond. a secco	Ω min	10^{11}	-	10^{11}	10^{11}	10^{11}
-su prov. cond. a umido	Ω min	10^{10}	-	10^{10}	10^{10}	10^{10}
Res. di vol. (UNI 4288) su prov. cond. a secco	Ω cm min	10^{11}	-	10^{11}	10^{11}	10^{11}
Rigid. dielettr. (UNI 4291) su prov. cond. a secco. Prova di breve durata temp. amb.	kV/mm min	12	-	12	12	12

** Su provette normali. ** dato a titolo informativo. I materiali amminoplastici da stampaggio sono costituiti essenzialmente da una resina ammino-aldeidica e mescolata in tal modo col riempitivo e gli additivi, da scorrere uniformemente sotto l'azione combinata del calore e della pressione; essi dovranno riempire tutte le cavità dello stampo e indurirvi in modo da tenere saldamente inclusi gli eventuali inserti metallici.*

Materiali fenolici da stampaggio

Des.UNI 4303	**	Riempitivo	Caratteristiche di impiego
F 310	0	Organico (es. farina di legno)	-
F 410	-	Organico (es. farina di legno)	-
F 510	2	Organico (es. farina di legno)	-
F 610	3	Organico (es. farina di legno)	-
F5104,5	4	Misto org. (far. legno) e miner.	Elev. caratt. elettriche
F 431	-	Fibre org. (o cellulosa)	Bassa sensibilità intaglio
F 324,5	6	Minerale (es. mica)	Elevate caratt. elettriche e resistenza al calore.
F 442	7	Fibre org. (es.filacci cotone)	Buona resistenza all'urto.
F 352	8	Tessuto organico (es. ritagli di tessuto di cotone.	Elevata resist. all'urto.
F 4320	-	Misto fibre cot. e farina legno	Bassa sensib. all'intaglio
F 314	10	Fibre minerali (es. amianto)	Buona resist. al calore e agli agenti chimici.
F 433	11	Fibre org. (es. poliammidiche)	Elev. car. mecc. e elettr.
F 453	12	Tessuto org. (es.ritagli tessuti e fibre poliammidiche	Elevate caratteristiche meccaniche e elettriche.
F 435	13	Fibre di vetro	Elevate caratt. meccaniche chimiche, elettr. termiche

Caratteristiche

Prova e unità di misura	F 310	F 410 F 510 F 610 *	F5104,5	F 431	F 324,5	F 442	F 352	F 320	F 314	F 433	F 453	F 435
Massa volumica relat. max°	1,45	1,40	1,65	1,40	1,85	1,40	1,40	1,40	1,80	1,25	1,25	1,85
Assorbimento acqua mg	50	40	30	50	20	70	90	60	30	20	20	30
Resist. a fless. $x10^2$ N/cm²	63,7	68,6	68,6	58,8	49	58,8	58,8	58,8	49	58,8	63,7	63,7
Resil. Charpy N cm/cm²	49	59	54	49	29	59	118	49	34	59	68	118
Resilienza Charpy (intaglio minimo) N cm/cm²	12,7	14,7	12,7	29	12,7	59	118	34	14,7	39	49	98
Grado Martens °C	100	125	125	115	150	115	125	125	150	70	65	150
Resistenza alla combust.	2,1	2,1	2,1	2,1	3,1	2,1	2,1	2,1	3,1	2,1	2,1	3,1
Coeff. dil.lin. 10 °C °	3-5	3-5	3-5	3-5	2-3	3-5	3-5	3-5	2-4	3-5	3-5	1-2
Condutt. termica W/(m °C)°	0,16 0,29	0,16 0,29	0,16 0,29	0,16 0,29	0,41 0,58	0,16 0,29	0,16 0,29	0,16 0,29	0,35 0,93	0,16 0,29	0,16 0,29	0,35 0,58
Resist. superf. a secco Ω	10^9	10^{10}	10^{11}	10^9	10^{12}	10^9	10^9	10^9	10^9	10^{12}	10^{12}	10^{12}
Resist. superf. a umido Ω	10^8	10^9	10^{10}	10^8	10^{11}	10^8	10^8	10^8	10^8	10^{11}	10^{11}	10^{11}
Resist. volume secco Ω cm	10^9	10^{10}	10^{11}	10^9	10^{12}	10^9	10^9	10^9	10^9	10^{12}	10^{12}	10^{12}
Resist. volume umido Ω cm	10^8	10^9	10^{10}	10^9	10^{11}	10^8	10^8	10^8	10^8	10^{11}	10^{11}	10^{11}
Fatt. di dissipaz. a 50 Hz	-	-	0,10	-	0,03	-	-	-	-	0,05	0,07	0,09
Fatt. di dissipaz. a 1 MHz	-	-	0,06	-	0,02	-	-	-	-	0,03	0,04	0,05
Cost. dielettrica a 50 Hz	-	-	6,0	-	5,0	-	-	-	-	5,0	5,0	6,0
Cost. dielettrica a 1 MHz	-	-	5,5	-	5,5	-	-	-	-	4,5	4,5	5,0
Rigid. diel. a secco kV/mm	-	8	12	-	14	3	3	-	-	12	12	15

Mescole termoindurenti impiegate per stampaggio a caldo o sotto pressione in stampo chiuso, consistenti di una resina fenolformaldeidica mescolata con agenti reticolanti, riempitivi, pigmenti, Fluidificanti, ecc.

** Si differenziano per il contenuto di materia plastica.*

° Caratteristiche date a solo scopo informativo.

*** Vecchio simbolo.*

Resine fluorocarboniche "Lubriflon" caricate

Angst e Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-PD-BO-Roma

Nel Lubriflon si identificano i prodotti PTFE trasformati per ottimizzare le loro già preziose qualità come: eccezionale resist. agli agenti chimici, elevata resist. alla temp. (-220+260°C), forte antiadesività, basso coeff. di attrito, eccellenti proprietà dielettriche. Il Lubriflon vergine è utilizzato con successo nell'industria chimica, elettrica ed elettronica, mentre i tipi caricati, offrono vantaggi importanti, in applicazioni meccaniche come: usura estremamente ridotta, minore deform. sotto carico, ridotta dilataz. term., maggiore conducibilità termica.

Proprietà	Unità di misura	Tipi di lubriflon vergine	115	125	225	303
- Fisiche e termiche -						
Massa volumica	g/cm³	2,14÷2,18	2,18÷2,23	2,20÷2,25	2,06÷2,11	2,19÷2,24
Coeff. dilataz. termica //	$\frac{mm}{mm°C}\cdot10^5$	-	14,4	12,7	10,7	12,0
lineare (25÷95°C) . . ⊥		12,2	5,2	7,6	8,4	10,0
Coeff. di conducibilità //	$\frac{W}{m\cdot°K}$	0,23	0,35	0,41	0,58	-
termica . . . . . ⊥		0,23	0,37	0,46	0,70	-
- Meccaniche -						
Durezza Shore D	-	51÷60	54÷62	56÷64	60÷68	52÷60
Durezza sfera H 132/60	N/mm²	22÷32	28÷34	30÷36	35÷41	-
Res. a traz. stampati	N/mm²	26,5÷30	16,5÷25	12÷20	12÷19	17÷26
Res. a traz. estrusi	N/mm²	20÷26	10÷15	8÷14	10÷15	-
Allung. a rott. stampati	%	300÷400	300÷400	240÷340	130÷230	220÷320
Allung. a rott. estrusi	%	250÷400	200÷300	110÷220	90÷140	-
Resist. a compressione //	N/mm²	4,3	6,9	8,2	11,0	-
con deformazione 1% ⊥	N/mm²	-	5,8	7,6	8,2	-
Deformaz. sottoc. a temp//	%	14,3	8,3	7,1	6,0	12,9
amb. dopo 24h 13,7N/mm² ⊥	%	16,7	13,4	7,5	6,3	12,0
Deform. permanente (c.s.//	%	7,9	4,1	3,9	2,5	6,0
e dopo 24h di riposo) ⊥	%	8,4	9,0	4,6	2,9	6,0
Deform. sottoc. a 260°C //	%	30,1	16,6	10,6	10,8	-
dopo 24h a 4,1 N/mm² ⊥	%	32,8	27,7	27,8	10,6	-
Deform. permanente (c.s.//	%	17,4	11,9	4,9	5,2	-
e dopo 24h di riposo) ⊥	%	19,2	16,2	17,9	5,6	-
Resist. all'urto(IZOD)	J/m	154	144	115	83	-
Coeff. d'attr. dinam.(1)	-	0,06	0,11	0,12	0,13	-
Fattore d'usura "K"	$\frac{cm^3\cdot min}{kg\cdot m\cdot h}\cdot10^{-8}$	2950	16,5	15,4	14,0	-
a 3 m/min	$\frac{N}{mm^2}\cdot\frac{m}{min}$	2,6	21	21	30	-
Valore lim. PV a30 m/min		3,9	26	28	43	-
a300m/min		5,4	32	34	64	-
PV per usura 0,13mm dopo 1000 h (senza lubrific.)	$\frac{N}{mm^2}\cdot\frac{m}{min}$	0,04	6,4	10,5	8,5	-
- Elettriche -						
Rigid. dielettr. (test di br. dur. su sp. 0,5 mm)	KV/mm	≥20(2) ≥40(3)	~17	~13	-	~18
Costante dielettr.(10^6Hz)	-	2±0,1	2,35	2,85	-	-
Fatt. di perdita (10^6Hz)	-	<0,0003	0,0028	0,0029	-	-
Resistiv. di volume	ohm·cm	10^{18}	10^{16}	10	10^3	-
Resistiv. superficiale	ohm	10^{17}	10^{16}	10	10^3	-

(1) Met. prova: sfera acc. Ø 12,7 caricata di 1 kg su disco Lubrif. veloc. rotaz. 0,62 m/min. (2) Lubriflon "grado meccanico" (3) Lubriflon "grado elettrico". // Provini paralleli al senso di stampaggio. ⊥ Provini perpendicolari al senso di stampaggio;

segue

segue: Resine fluorocarboniche "Lubriflon" caricate

segue: Tipi di lubriflon

Proprietà	Unità di misura	Tipi di Lubriflon 415	660	750	904	907
- Fisiche e termiche -						
Massa volumica	g/cm^3	2,13÷2,18	3,80÷3,90	3,27÷3,35	2,22÷2,28	3,10÷3,18
Coeff. dilataz. term. //	$10^{-5}/K$	12,6	9,7	9,0	8,5	9,8
lineare (25-95°C) ⊥		7,9	7,9	8,2	7,4	8
Coeff. di conducibi- //	$W/m \cdot °K$	0,78	0,69	-	0,46	0,64
lità termica ⊥		0,93	0,78	-	0,51	0,72
- Meccaniche -						
Durezza Shore D	-	56÷64	62÷70	64÷72	57÷65	62÷70
sfera H 132/60	N/mm^2	29÷35	37÷43	38÷44	32÷38	-
Res. a traz. stampati	N/mm^2	10÷18	11÷18	15÷22	10÷17	14÷20
estrusi	N/mm^2	-	10÷14	-	6÷10	10÷18
Allung. a rott. stampati	%	150÷250	160÷260	160÷260	270÷370	200÷300
estrusi	%	-	120÷220	-	100÷200	180÷270
Resist. a compressione //	N/mm^2	7,3	10,3	-	-	-
con deformazione 1% ⊥	N/mm^2	7,3	10,3	-	-	-
Deform. sottoc. a temp. //	%	8,1	6,0	4,9	-	8
amb.dopo 24h 13,7N/mm² ⊥	%	9,5	5,3	6,0	-	7
Deform. perman. (c.s. //	%	4,4	2,5	2,4	-	4
e dopo 24h di riposo) ⊥	%	5,3	2,3	2,0	-	3
Deform. sottoc. 260°C //	%	16,0	10,6	-	-	-
dopo 24h a 4,1 N/mm² ⊥	%	15,4	8,4	-	-	-
Deform perman. (c.s. //	%	12,0	7,1	-	-	-
e dopo 24h di riposo) ⊥	%	10,8	4,9	-	-	-
Resist. all'urto(IZOD)	J/m	139	104	-	-	-
Coeff. d'attr. dinam.(1)	-	0,07	0,13	-	0,14	0,13
Fattore d'usura "K"	$\frac{cm^3 \cdot min}{kg \cdot m \cdot h} \cdot 10^{-8}$	60	7	-	-	-
a 3 m/min		21	32	-	-	35
Valore lim. PV a30 m/min	$\frac{N}{mm^2} \cdot \frac{n}{min}$	36	40	25	42	-
a300m/min		60	47	-	-	-
PV per usura 0,13mm dopo 1000 h (senza lubrific.)	$\frac{N}{mm^2} \cdot \frac{n}{min}$	3,0	17,0	-	13,7	15,5
- Elettriche -						
Rigid. dielettr.(test di br. dur. su sp. 0,5 mm)	KV/mm	-	-	-	~9	-
Costante dielettr.(10^6Hz)		-	-	-	-	-
Fattore di perd.(10^6Hz)		-	-	-	-	-
Resistiv. di volume	Ω·cm	10^{11}	10^7-10^{10}	-	-	-
Resistiv. superficiale	Ω	10^{12}	10^7-10^{11}	-	-	-

(1) Met. prova: sfera acc. Ø 12,7 caricata di 1 kg su disco Lubrif. veloc. rotaz. 0,62 m/min. (2) Lubriflon "grado meccanico" (3) Lubriflon "grado elettrico". // Provini paralleli al senso di stampaggio. ⊥ Provini perpendicolari al senso di stampaggio.

Tipi di Lubriflon caricati di uso più comune

Tipo 125 caric. con fibre di vetro (15-40% in peso) buona flessibilità e resist. all'usura. Tipo 225 caric. con polvere di carbone (5-35% in peso) resist. alla compress. e all'usura. Tipo 203 caricato a bisolfuro di molibdeno che riduce il coeff. d'attrito in presenza di bassi carichi specifici. Tipo 415 caric. a grafite (5-15% in peso) conferisce il più basso coeff. d'attrito, molto vicino a quello del Lubriflon vergine, indicato per applicaz. dinamiche

segue

segue: Resine fluorocarboniche "Lubriflon" caricate

(segue pag. prec.) anche ad alta velocità. Lubriflon 660 caricato con polvere di bronzo (40-60%) in peso. elevata resist. alla compressione e basso tenore di usura Lubriflon 750 caricato con polvere di acciaio inox per un limitato scorrimento plastico sotto carico. Lubriflon 903-904, caricati con diversi tipi o miscele di cariche per applicazioni particolarmente severe. - Percentuale delle cariche: Bassa (<10%) aumenta la resist. all'usura. Media (15-25%) migliore resist. all'usura, compress., flessibilità. Alta (>30%) notevole resist. all'usura e alla compress. Proprietà base del Lubriflon vergine: alterate, con carica bassa; apprezzabile riduzione con carica media; notevolmente ridotte con carica alta.

Dimensioni dei semilavorati in Lubriflon stampati (tutti i tipi)

Manicotti

Ø int	Ø esterni scalature: 5mm	10mm	Ø int	Ø esterni scalature: 5mm	10mm	Ø int	Ø esterni scalature: 5mm	10mm	Ø int	Ø esterni scalature: 5mm	10mm
20	45÷210÷250		70	85÷210÷250		120	135÷210÷250		170	185÷210÷250	
25	50÷210÷250		75	90÷210÷250		125	140÷210÷250		175	190÷210÷250	
30	55÷210÷250		80	95÷210÷250		130	145÷210÷250		180	195÷210÷250	
35	60÷210÷250		85	100÷210÷250		135	150÷210÷250		185	200÷210÷250	
40	65÷210÷250		90	105÷210÷250		140	155÷210÷250		190	205÷210÷250	
45	65÷210÷250		95	110÷210÷250		145	160÷210÷250		195	210÷250	
50	70÷210÷250		100	115÷210÷250		150	165÷210÷250		200	220÷250	
55	75÷210÷250		105	120÷210÷250		155	170÷210÷250		210	230÷250	
60	80÷210÷250		110	125÷210÷250		160	175÷210÷250				
65	85÷210÷250		115	130÷210÷250		165	180÷210÷250				

Tondi

Ø da 45 a 210, scalature di 5 mm
Ø da 210 a 250, scalature 10 mm

Lung. dei manic. e dei tondi stampati: 200 mm. Su richiesta (tipi 125-225-415-660) lunghezza 300 mm

Dimens. dei semilav. estrusi (tipi 115-125-225-660-904)

Tubi

Diametro inter.	6	8	10	15	20	25	30	35	40
Diametro ester.	14-22	16-25	18-35	25-40	30-45	35-45	40-50	45-50	50

Serie diam. esterni: 14-16-18-20-22-25-30-35-40-45-50.

Tondi

Ø 6-7-8-10-12-14-15-16-18-20-22-25-30-35-40.

Lunghezza dei tubi e dei tondi standard: m 2. A richiesta m 3.

Dimensioni delle lastre e dei nastri

Lastre

(tutti i tipi): 300x300, 400x150, spess. da 3 a 50 mm. (tipi 125-225-415-660): 300x300, 400 x 150 600x600, spess. da 2 a 50 mm. Serie spess.: 2-3-4-5-6-8-10-15-20-25-30-35-40-45-50.

Nastri

(tipi 125-225-303-415-660-904) : largh. 150-300, spess. 0,5-1-1,5-2-2,5. (tipi 125-225-415-660) : larghezza 600, spessore 1-1,5-2 .

Alcune applicazioni tipiche - Cuscinetti e boccole portanti (225-415-660-904). Fasce di guida(225-660-904). Fasce elastiche per compressori (907). Pattini di appoggio e scorrimento (303-415-660) 904). Guide di scorrimento per macchine utensili (650-904). Guarnizioni per cilindri idraulici o pneumatici (225). Sedi o tenute di valvole (125) Idem per condizioni gravose (750).

Materiale poliammidico "Ertalon"

Angst e Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Romma

La normazione internazionale classifica i poliammidi (Nylons) secondo il numero di atomi di carbonio che si trovano nella struttura elementare tra gli atomi di azoto, riferentesi a quattro tipi diversi: 6, 66, 11 e 12. Per conseguire i migliori risultati é indispensabile fare una scelta della qualità del materiale Ertalon più adatto alla specifica applicazione confrontando le proprietà in relazione alle prestazioni da ottenere, tenendo conto per esempio che Ertalon 6XAU é un prodotto esclusivo della ERTA di rinomanza internazionale a struttura cristallina densa e ottimale con proprietà tecniche superiori di resistenza allo scorrimento plastico, stabilità dimensionale, lavorabilità.

Proprietà	Norma DIN	Unità misura	Ertalon 6SA	6PLA	6XAU	66SA	66SAMU	11/12SA
- Fisiche e termiche -								
Massa volumica	53479	g/cm³	1,14	1,15	1,15	1,14	1,15	1,04
Igroscopicità (u.r.50% 23°C)		%	2,7	2,2	2,2	2,3	2,2	0,8
- (u.r.100% 23°C)		%	9	7,5	7,5	8	7,8	1,9
Punto di fusione		°C	220	220	220	255	255	185
Conducibilità termica	52612	W/(K·m)	0,28	0,29	0,29	0,25	0,25	0,30
Coefficiente dilat. term. lineare 20 a 60°C x10⁻⁶		K⁻¹	85	80	80	80	75	110
Coefficiente dilat. term. lineare 60 a 100°C x10⁻⁶		K⁻¹	105	100	100	100	95	140
Coefficiente dilat. term. lineare 20 a 100°C x10⁻⁶		K⁻¹	95	90	90	90	85	125
Temp. max impiego breve durata		°C	160	160	170	180	180	130
Temp. max impiego continuo		°C	80÷100	100÷110	110÷120	100÷110	110	80
Temp. min impiego		°C	-40	-40	-40	-30	-10	-50
Comp. alla fiamma VDE 0304/3		Classe	IIb	IIb	IIb	IIb	IIb	-
- ASTM D 2863		%	25	25	25	28	28	25
- Meccaniche - (a 23 °C)								
Carico snerv. (σ1%*)(5mm/min)	53455	N/mm²	78	82	85	82*	85*	44
Allungamento (σ1%*)(5mm/min)	"	%	4÷5	4÷5	4÷5	4÷5*	3÷4*	5÷6
Modulo elast. traz. (1mm/min)	53457	N/mm²	3000	3300	3500	3300	3500	1550
Allung. a rottura (5mm/min)	53455	%	>50	25	25	25	>5	>150
Resist. all'urto (prov. s. intaglio)	53453	kJ/m²	nessuna rottura				>40	n. r.
- (prov. c. intaglio)	"	kJ/m²	4	4	4	4	4	3,6
Durezza alla sfera H 358/10	53456	N/mm²	140	156	158	160	162	83
- H 358/30	"	N/mm²	136	153	155	156	158	81
Durezza Rockwell ASTM D 785		M	82	85	86	89	90	60R110
- Elettriche - (23°C indicat.)								
Rigidità dielettr. (sp. 1 mm)	53481	kV/mm	35			40		30
" " *	"	kV/mm	>15			>15		25
Resistività volumetrica	53482	Ω·cm	$5\cdot10^{14}$			10^{15}		10^{15}
" " *	"	Ω·cm	$5\cdot10^{12}$			10^{13}		10^{14}
Resistività superficiale	"	Ω	$5\cdot10^{12}$			10^{13}		10^{14}
" " *	"	"	$5\cdot10^{10}$			10^{11}		10^{14}
Costante dielettrica a 10³ Hz	53483	-	4			3,7		3,5
" " " *	"	-	9			7		3,6
" " a 10⁶ Hz	"	-	3,6			3,4		3
" " " *	"	-	4			4		3,1
Fattore di perdita (tgδ) a 10³ Hz	"	-	0,025			0,020		0,028
" " " " " *	"	-	~0,2			~0,15		~0,035
" " " " a 10⁶ Hz	"	-	0,030			0,025		-
" " " " " *	"	-	~0,2			~0,15		-
Resist. alle corr. di dispers.	53480	Classe	KC>600 (*KC>600)					

* Su provette umide (allo stato di equilibrio con u.r. ambiente 50% 23°C).

segue

segue: Materiale poliammidico "Ertalon"

- Additivi -

G con grafite, aumenta la stabilità dimensionale, la rigidità e la resistenza sotto carico.

M con bisolfuro di molibdeno, maggiore rigidità e durezza, ma si riducono la resilienza e, in certi casi la resist. all'usura

U stabilizzante al calore, migliora la resistenza all'aria calda raggi solari, vapori corrosivi ed ossidanti.

- Fornitura - Barre tonde -

Ø 5-6-8-10-12-14-15-16-18-20 - 22-25-28-30-32-36-40-45-50-56-60-63-65÷100 (5 in 5)- 110-115-120-125-130÷200 (10 in 10).
Tipi: 6SA naturale, 6SA nero, 11/12SA naturale Ø da 5 a 200(escluso 63 e 115) lunghezze 1 e 3 m.
Tipi: 66SA natur. 66SAMU nero Ø da 5 a 150 (escluso 63,115,125) lunghezze 1 e 3 m. Tipo: 6XAU nero, 6PLA natur. Ø da 50 a 200 lunghezze m 1,20.

- Blocchi cilindrici -

Ø 220-240-250-260-280-300-320-350 400-450-500.
Tipi: 6XAU nero, 6PLA natur. Ø da 220 a 500, lungheze m 0,50.
TIPI: 6SA natur. e nero, 11/12SA natur., Ø 220-250-280-300-320 lunghezze 1 e 3 m.

- Tubi -

Ø est. da 20 a 100mm, spess. div.
Tipi: 6SA nat. e nero, Ø 20 a 100 lunghezze 1 e 3 m.
Tipi: 66SA naturale, Ø 20 a 50 e lunghezze 1 e 3 m.

- Tubi -

Ø est. da 20 a 500 mm, spes. div.
Tipi: 6XAU nero, 6PLA nat. da 20 a 500, lungh. m 1 con Ø da 20 a 45,m 1,2 con Ø da 51 a 204,m 0,59 con Ø da 222 a 500.

- Corone -

Ø est. 500÷700 (25in25)-750-800-850-900+1000-1060-1110-1160-1240-1330-1350-1380- 1410- 1505- 1599-1720-1820. spess. radiale min 50, spess. ass. min 100, norm. 250.
Prodotte nei tipi: 6XAU, 6XAGU, 6XAMU, 6PLA, 6PLAG, 6PLAM.

- Lastre

spess. 8-10-12-15-20-25-30-40-50-60-70-80-90-100.
Tipo: 6SA nat. e nero, spess. da 8 a 60, dim. m 0,05x1/3 - 0,10x1/3 0,15x1/3 - 0,50x1/3.
Tipo 11/12SA nat., sp. da 8 a 50 dimensioni m 0,50x1/3.
Tipi: 6XAU nero, 6PLA nat. sp. da 8 a 100, dimensioni m 0,60x1,20.
Tipi: 6XAU nero, 6PLA nat. sp. da 8 a 100, dimens. m 1,2x2 e 1x2.

- Fogli -

spess. 0,3-0,5-0,8-1-1,5-2-2,5-3-4-5-6. dim. m 1x50 kg (spess. 0,3 - 1,5) m 1x1/3 (spess. 1 - 6).
Prodotti nel tipo SA naturale.

- Campi di applicazione -

-6SA: resiliente, tenace, resistente.
-6SA nero: maggiore protezione all'invecchiamento.

-66SA: maggiore rigidità, più elevata resistenza alle temperature se di dimensioni limitate.

-6PLA: ottima resistenza alla compressione, trazione, scorrimento. Pezzi di grandi dimensioni.

-6XAU: resist. all'usura con temperatura d'attrito > di 60°C.

-11/12SA: pezzi che lavorano a contatto d'acqua o prod. chimici. Cusc. di supporto, boccole antiusura, pattini di scorrim., ingranaggi, ruote e corone dentate, cremagliere, pulegge, ruote, rulli, rivest. di rulli, camme, giunti meccanici articolati, cuscinetti per ponti girevoli, stelle di distribuzione, rulli per convogliatori, raschiatori, paracolpi, piastre e giunti isolanti, bobine e molti altri particolari per le industrie: elettriche, meccaniche e chimiche.

-66SAMU: pezzi meccanici fortemente caricati, impieghi all'aria o con temperature elevate.

Materiale poliacetalico "Ertacetal"

Angst e Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma

Ertacetal tipo H (omopolimero H Delrin della Du Pont. Ertacetal C (copolimero C Hostaform della Hoechst). Materiali altamente cristallini e rigidi adatti a sostituire vantaggiosamente i metalli e loro leghe nell'esecuzione di diversi pezzi meccanici, quando sono richieste principalmente le seguenti proprietà: elevata resistenza a trazione, flessioni alternate, fatica, scorrimento plastico, stabilità dimensionale, all'usura, alla corrosione. Alto modulo di elasticità, durezza, tenacità e resilienza, basso coefficiente d'attrito dinamico e statico, ottima lavorabilità.

Proprietà	Prova DIN	Unità misura	Ertacetal H	Ertacetal C
- Fisiche e termiche -				
Massa volumica	53479	g/cm^3	1,42	1,41
Assorb. d'acqua (u.r.50% 23°C)		%	0,22	0,16
- (u.r.100% 23°C)		%	0,9	0,8
Punto di fusione		°C	175	165
Conducibilità termica	52612	W/(K·m)	0,23	0,31
Coeff. dilat. term. lin.(20 e 60°C)		K^{-1}	$90\cdot10^{-6}$	$110\cdot10^{-6}$
- (60 e 100°C)		K^{-1}	$100\cdot10^{-6}$	$140\ 10^{-6}$
- (20 e 100°C)		K^{-1}	$95\cdot10^{-6}$	$125\ 10^{-6}$
Temp. max imp. (breve durata)		°C	150	140
- (imp. continuo)		°C	80-100	100-110
Temp. min d'impiego		°C	-50	-50
Comp. alla fiamma sec. VDE 0304/3		Classe	III	III
- secondo ASTM (ind. oss.) D 2863		%	<20	<20
- Meccaniche -				
Resist. a traz. (veloc.50mm/min)	53455	N/mm^2	>70	>65
Mod. elast. a traz.(vel.1mm/min)	53457	N/mm^2	3200	2900
Allung. a rott. (veloc.50mm/min)	53455	%	>25	>25
Resist. all'urto (prov. s. int.)	53453	kJ/m^2	nessuna rottura	
- (prov. c. int.)	"	kJ/m^2	8	8
Durezza alla sfera H 358/10.	53456	N/mm^2	163	158
- H 358/30.	"	N/mm^2	160	155
Durezza Rockwell ASTM D 785		Scala M	90	88
- Elettriche -(23°C indic.)				
Rigidità dielettr.(sp. 0,2 mm)	53481	kV/mm	65	65
Resistività di volume	53482	Ω·cm	$>10^{15}$	$>10^{15}$
Resistività superficiale	"	Ω	$>10^{13}$	$>10^{13}$
Costante dielettrica a 10^3Hz	53483	-	3,8	3,8
- a 10^6Hz	"	-	3,9	3,9
Fattore di perdita (tgδ)a 10^3Hz	"	-	0,002	0,002
- a 10^6Hz	"	-	0,0055	0,0055
Resist. alle corr. dispersione	53480	Classe	KC>600	KC>600

- Fornitura e applicazioni -

Barre tonde Ø da 5 a 150 mm, lunghezza 1 e 3 m. Tubi Ø da 20 a 100 mm, in diversi spessori, lunghi 1 e 3 m. Lastre spess. da 8 a 50 mm, dimens. 150x1000/3000. Fogli da 0,5 a 6 mm.
Per la sua stabilità nell'acqua, macchine per lavaggio e imbottigliamento, macchine per tintoria, birrerie e simili. Pignoni con modulo ridotto o di spessore limitato, rocchetti, boccole molto caricate, con giochi ridotti o fissate per interferenza. Guide e pattini di scorrimento, rulli molto caricati. Elementi isolanti dotati di elasticità. Particolari da fissare con interferenza. Isolatori dimensionalmente stabili, ecc.

Tereflalato di polietilene "Ertalyte"

Angst e Pfister S.p.a. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma

L'Ertalyte é un materiale termoplastico della famiglia dei poliesteri ottenuto da modificazione chimica del tereflalato di polietilene. E' cristallino, denso e molto scorrevole; opaco, insapore e inodore. Ha elevata resistenza allo scorrimento plastico (creep) e subisce minime deformazioni permanenti sotto carichi costanti di lunga durata. Straordinaria durezza e rigidità (e quindi anche relativa fragilità) elevata resist. all'usura, basso coeff. d'attrito e assorbimento d'umidità, eccezionale stabilità dimensionale, buona resistenza chimica e dielettrica.

Proprietà	Prova DIN	Unità di mis.	Valori
- Fisiche e termiche -			
Massa volumica	53479	g/cm^3	1,38
Assorbimento d'acqua (u.r. 50% a 23°C)		%	0,25
(u.r. 100% a 23°C)		%	0,60
Punto di fusione		°C	255
Coeff. dilat. term. lineare (fra 20 e 60°C)		K^{-1}	$70\cdot10^6$
-(fra 60 e 100°C)		K^{-1}	$100\cdot10^6$
-(fra 20 e 100°C)		K^{-1}	$85\cdot10^6$
Temp. max d'imp. (in aria) breve durata		°C	180
- impiego continuo		°C	100
Temperatura minima d'impiego		°C	-20
Conducibilità termica	52612	W/(K·m)	0,29
Comport. alla fiamma sec. VDE 0304/3		Classe	IIb
- sec. ASTM (indice di ossigeno) D 2863		%	25
- Meccaniche - (a 23°C)			
Carico di snervam. (veloc. traz. 5mm/min)	53455	N/mm^2	80
Allung. al car. di snerv. (vel. traz.5mm/min)	"	%	4-5
Modulo di elast. a traz.(vel. traz. 1mm/min)	53457	N/mm^2	3000
Allungamento a rottura (vel. traz. 5mm/min)	53455	%	>10
Resistenza all'urto provetta senza intaglio	53453	kJ/m^2	40
- " con "	"	kJ/m^2	4
Durezza alla sfera H 358/10	53456	N/mm^2	152
- H 358/30	"	N/mm^2	150
Durezza Rockwell ASTM D 785		ScalaM	96
- Elettriche - (a 23°C, indicativi)			
Rigidità dielettrica (spessore 0,2 mm)	53481	kV/mm	85
Resistività di volume	53482	Ω·cm	$2\cdot10^{16}$
Resistività superficiale	"	Ω	$6\cdot10^{14}$
Costante dielettrica a 10^3 Hz	53483	-	3,3
- a 10^6 Hz	"	-	3,2
Fattore di perdita (tgδ) a 10^3 Hz	"	-	0,007
- a 10^6 Hz	"	-	0,021
Resistenza alle correnti di disperzione	53480	Classe	KC>350

- Applicazioni e fornitura -

Si presta molto bene alla lavorazione meccanica. Trova impiego in diversi settori industriali per particolari di precisione resistenti all'usura. Boccole e guide fortemente caricate, boccole di guida con giochi ridotti, ingranaggi con modulo ridotto e pignoni planetari, sedi e sfere di valvole, particolari di precisione per distributori idraulici, protesi chirurgiche, piccoli pezzi di meccanica fine.
Fornitura:
Barre tonde Ø 8-10-12-15-16-18-20 25-30-36-40-45-50-56-60-65-70-75-80-85-90-100-110-120-130-140-150. lunghezza 1 e 3 metri.

Materiale polietilenico "Ertalene"

Angst e Pfister S.p.a. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma

Tipi di Ertalene: HD 200, rigido e cristallino. HMW 500, rigido, resistente agli urti, all'usura, all'abrasione. HMW 1000, semirigido il più resist. all'abrasione, di straordinaria resilienza. Questi materiali posseggono come loro proprietà specifiche: leggerezza, inerzia chimica, igroscopicità praticamente nulla, rigidità dielettrica elevata, resist. agli urti anche alle basse temper., antiadesività, resistenza meccanica soddisfacente.

Proprietà	Metodo di prova	Unità di mis.	Ertalene HD 200	HMW 500	HMW 1000	PP
- Fisiche e termiche -						
Massa volumica	DIN 53479	g/cm^3	0,945	0,95	0,94	0,915
Assorb. d'acqua (u.r.100%23°C)	-	%	≈0	≈0	≈0	≈0
Punto di fusione	-	°C	127÷131	132÷137	135÷138	160÷165
Conducibilità termica	DIN 52616	W/(k·m)	0,43	0,43	0,42	0,22
Coeff. dilat. term. (20-100°C)	-	K^{-1}	$200\cdot10^{-6}$	$200\cdot10^{-6}$	$200\cdot10^{-6}$	$180\cdot10^{-6}$
Temp. max imp. (breve durata)	-	°C	110	110	110	140
(imp. continuo)	-	°C	80	80	80	100
Temp. min d'impiego	-	°C	-50	-100	-270	-10
Comportam. alla fiamma VDE	0304/3	Classe	III	III	III	-
-ASTM (ind. ossigeno)	D 2863	%	<20	<20	<20	<20
- Meccaniche -						
Carico di snervamento (1)	DIN 53455	N/mm^2	24	28	22	33
Modulo di elastic. a traz. (2)	DIN 53457	N/mm^2	750÷850	900	650	1300
Allungamento a rottura (1)	DIN 53455	%	>800	>600	≈450	≈800
Resist. all'urto (pr. s. int.)	DIN 53453	kJ/m^2	nessuna rottura			
(pr. c. int.)	"	kJ/m^2	18	nessuna rottura		10
Durezza in °Shore D	DIN 53505	-	64	65	65	73
- Elettriche (23°C indicat.)						
Rigidità dielettr.(sp.0,2mm)	DIN 53481	KV/mm	90	90	90	80
Resistività di volume	DIN 53482	Ω·cm	10^{16}	$>10^{16}$	$>10^{16}$	10^{16}
Resistività superficiale	"	Ω	$>10^{13}$	$>10^{13}$	$>10^{13}$	$>10^{13}$
Cost. diellettr. 10^3 e 10^6 Hz	DIN 53483	-	2,35	2,35	2,30	2,25
Fatt. di perd. (tgδ) 10^3 Hz	"	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,00031
10^6 Hz	"	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,00045
Resist. alle corr. di dispers.	DIN 53480	Classe	KC>600	KC>600	KC>600	KC>600

- Campi di applicazione -

Industrie: cartaria, tessile, delle pelli, alimentare, sanitaria, elettrica, chimica, elettrochimica, nucleare, meccanica e manutenzione industriale; cuscinetti, anelli, rondelle, pattini, guide di scorrimento, listelli antiusura, giunti e guarnizioni, pignoni cremagliere, rulli, pulegge, pezzi antiurto, arresti, teste di mazzuoli, rivest. di silos, tamburi, scivoli per minerali e materiali polverulenti.

Velocità di trazione (1) 125 mm/min. (2) 1 mm/min. Pronto normalmente a magazz. * Su richiesta m 3,05 m 6,1.*

Dimensioni semilavorati - Lastre Ertalene HMW 500

Spessore mm	1-12*	15÷20*	25÷50*	55-60	65-80	85-100	
dimensione m	1x2	1,2x2*	1,2x2*	1,2x2*	1x2	1x2	
Lastre Ertalene HMW 1000							
Spessore mm	1-4*	5-6*	8-10*	12-20*	25-50	55-60	65-100
dimensione m	1,01x1,98	1,01x1,98	1,01x1,98	1,2x2*	1,2x2*	1,2x2*	1x2

Materiali tecnoplastici - Lavorazione alle macchine utensili

I semilavorati ERTA vengono lavorati con le stesse macchine impiegate per la lavorazione dei metalli o del legno. E' da osservare tuttavia che non sono buoni conduttori di calore e che hanno un punto di fusione relativamente basso. Per evitare eccessivo riscaldamento é necessario adoperare utensili da taglio bene affilati e taglienti. Prevedere angoli di spoglia più grandi. Adottare un liquido di raffreddamento.

α = angolo di spoglia; γ = angolo di affilatura; η = angolo laterale del tagliente; t = passo dentatura (mm); v = velocità di taglio (m/min); φ = angolo di punta; a = = avanzamento (mm/giro).

- Tolleranze di lavorazione -

Pezzi torniti o fresati: sono normalmente ammesse toll. da 0,1 a 0,2% delle dimensioni nominali. Per tolleranze non specificate vedere UNI-ISO 2768.

- Fresatura -

Possono essere utilizzate le frese per la lavorazione dei metalli leggeri. Preferire le frese con un solo tagliente.

- Foratura -

Preferire punte di acciaio rapido I fori grandi saranno iniziati con punte di piccolo diametro e poi con diam. superiori (esempio Ø 15, Ø 35, Ø 50 mm)

E' indispensabile l'uso di liquido refrigerante. Nelle stagioni fredde preriscaldare i pezzi a 20 - 30 °C.

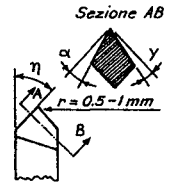
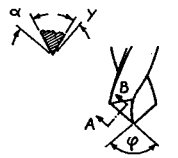
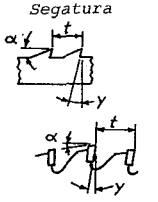
- Alesatura -

Si può effettuare con alesatori diritti o elicoidali, sempre bene affilati.

- Segatura -

Si impiegano seghe a nastro circolari o alternative con dentatura ben spaziata e leggermente aperta Dopo la lavorazione, i pezzi, possono subire leggere variazioni dimensionali conseguenti a variazioni di temperatura e di umidità ambiente.

Un trattamento termico iniziale o dopo la prima sgrossatura dei pezzi é talvolta consigliato per liberare le tensioni interne ed assicurare quindi una maggiore stabilità dimensionale. Prima di finire i pezzi alle quote richieste con minime asportazioni di materiali, si raccomanda di lasciarli raffreddare a temperatura ambiente.

Angoli degli utensili Velocità di taglio Avanzamento dell'utensile		Ertalon. Ertalene	Ertacetal Ertalyte.
Tornitura			
	α	5÷15	5÷10
	γ	0÷10	0÷5
	η	0÷45	
	a	0,05÷0,5	
	v	200÷500	
Fresatura			
	α	5÷15	5÷10
	γ	0,15	0,10
	a	fino a 0,5 mm/giro	
	v	< 1000	
Foratura			
	α	10÷15	5÷10
	γ	3,5	
	φ	60÷90	
	a	0,1÷0,5	
	v	50÷100	
Segatura			
	α	30÷40	
	γ	0÷8	
	t	3÷12	
	v	200÷1000	
	α	10÷15	
	γ	0÷10	
	t	8÷45	
	v	1000÷3000	

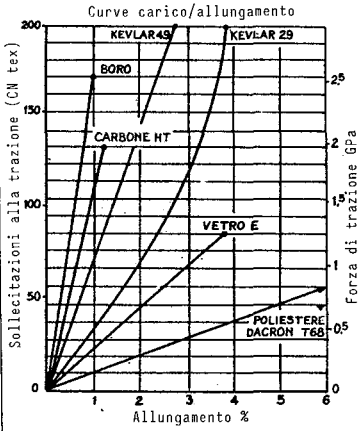
Fibra aramidica KLEVAR - Du Pont De Nemours

La più alta resistenza a rottura (acciaio 19, nylon 45, fibra di vetro 46, fibra di carbone 74, Kevlar 100) conferisce un primato a questa fibra. Il suo rapporto resist./peso permetterà di realizzare progetti di rinnovamento nelle costruz., nei trasporti terrestri aerei, spaziali, con risparmio di energia in difesa dell'ambiente e della vita dell'uomo.

Caratteristiche	KEVLAR 29	KEVLAR 49
Massa volum. g.cm³	1,44	1,45
Resist. traz. M Pa	2760	2760
Mod. elastico G Pa	59	124
Allung. rottura %	4,0	2,5
Diam. filamenti	12,1	11,9
Dens. lineare d tex	1,7	1,7

Stabilità termica +180°C -196°C. Resistenza alla fiamma, autoestinguente, non fonde. Ottima resist. chimica. Applicazioni tipiche: (Kevlar 49) Plastica rinforzata - Aeronautica, applicaz. aerospaziali tubi con filati avvolti, articoli sportivi, corazzature, ecc. (Kevlar 29): Sostituto dell'amianto. Dischi per frizioni, pastiglie di freni, guarnizioni, rinforzo per cemento e mat. plastiche. Giubbotti antiproiettili, elmetti, grosse funi offshore, cavi di sollevamento, stagli, sartie, funi d'ancoraggio, prodotti gonfiabili, nastri speciali, tetti, ecc. chiedere documentazione a: Du Pont De Nemours casella post. CH 1211 Ginevra 24 Svizzera.

Curve carico/allungamento



Resina elastica VULKOLLAN - Bayer - Angst + Pfister Milano

Elastomero sint. del gruppo dei poliuretani. Caratter. simili a quelle della gomma, ma superiori in resist. all'abrasione, strappo e invecchiam. Si può unire di fusione a supporti metall. e incollato ad altri mater. Ottima resist. ai fluidi: olio min. benzina, ossig., ozono, acqua fredda. Resist. term. -20 +80°C imp. cont. Coeff.attr.su acc. 0,1-0,3. Guarniz., sfere, sedi di valv. bussole cusc. guide di scorr. membrane sospens., rivest., elementi di giunti, ruote dent. o alettate, accessori macchine industria tessile, ecc. Semilavorati: lastre, tondi, manicotti.

Caratteristiche	unità	Prova	valori		
Grado di durezza	°ShoreA	D 53550	65	80	95
Massa volumica	g/cm³	D 53550	1,26	1,26	1,26
Resistenza a trazione	N/cm²	D 53504	2940	2940	2650
Resistenza alla compressione	N/cm		(85°) 735	(90°) 980	1470
Allungamento a rottura	%	D 53504	600	650	450
Sollec. a tors. allung. 20%	N/cm²		68	147	440
allung. 300%	N/cm²		490	686	1470
Allungamento permanente	%	D 53504	5	15	35
Elasticità d'urto	%	D 53512	47	53	45
Resistenza allo strappo	N/cm	D 53507	196	490	686
Consumo per attrito(100g.nat)	mm³	CONTI AP	90	55	50
Conducibilità termica	W/(m k)		0,233	0,233	0,238
Coeff. dilataz. lineare	10 K		145	200	174
Calore specifico	J(g °C)		1,93	1,84	1,76

"Silicone elastomero" - "Viton"

Angst e Pfister S.p.A. Milano, TO- BO- PD-Roma-NA

- Silicone elastomero -

E' una gomma sintetica che si distingue fra gli altri elastomeri, perché conserva invariate le sue propr. fisiche e mecc. in un campo di temp. da -60 a +200°C. Il silicone é antiades. e non trattiene in superf. le sostanze con le quali viene in contatto.

Proprietà: - Termiche -

basse temp. fino a - 60 °C
fino a -90°C con qualità spec. con notev. diminuz. dell'elast.

alte temp. fino a +200°C per impieghi continuati.
+ 300 °C per 24 ore
+ 350 °C per 1 ora

Minima deformaz. permanente anche a temperatura elevata.

- Elettriche -

Ottime proprietà dielettriche.

- Fisiche e meccaniche -

Durezza (Shore A)	40-90
Massa volumica (g·cm³)	1,2-1,5
Resist. a traz. (N/cm²)	588-834
Allungamento (%)	200-400
Elasticità d'urto (%)	45-50

Resist. all'abrasione discreta

-Altre proprietà- Basso coeff. di attrito. Ottima resist.: ozono, luce, agenti atmosf. invecchiamento alcuni tipi di olio tra cui olio sint. clorurato per trasform. Non é tossico (privo di azione fisiologica). E' sterilizz. (con aria calda o con vapore fino a 4 bar).

-Applicazioni- Guarniz. di tenuta (anche OR); lastre (anche spugn.) e rondelle; tubi, soffietti, membrane, valvole ed altri articoli stampati di profilo speciale (industria auto) rivestimento di rulli per ind. alimentare; tubi flessibile ed altri partic. per appar. mediche (trasfusioni, drenaggio), articoli per l'industria elettr.

- Fornitura

-Lastre spess. 1 a 15 mm 55±5 °Sh
-Tondi diam. 3 a 12 mm 55±5 °Sh

Può essere forn. trasparente, in colore scuro, bianco, rosso o nero, si può incollare (coll.al silicone) per temp. fino a 200°C od anche comb. con tessuto o metallo

- Viton (R) Du Pont De Nemours

E' un copolimero lineare del fluoruro di vinilidene e dell'esafluoropropilene, con circa il 65 % di fluoro. Il Viton é elastico come la gomma, si distingue per straordinaria resist. chim. e termica.

Proprietà: - Termiche -

basse temp. fino a -23°C con notevole diminuz.elastica

alte temp. fino a 200°C per impieghi continuati.
+ 300 °C per 50 ore
+ 350 °C per 15 ore

- Fisiche e meccaniche -

Durezza (Shore A)	55-85
Massa volumica (g·cm³)	1,80-1,86
Resist.traz. (N/cm²) a 24°C	1373
a 149°C	412
Allung. a rott. (%) a 24°C	150-300
a 149°C	75-150
Elast. d'urto (%)	8-12
Resist. all'abrasione	buona
Res. alla fiamma	autoestinz.

-Chimiche- Resist. a molti tipi di oli, carburanti, solventi ed a numerosi altri agenti chimici anche a temp. assai elevate, resistente a: ozono, luce, agenti atmosf. invecchiamento. Alcuni esempi: benzina, carburante aviogetti oli idraulici, oli lubrificanti, benzolo e tuluolo, tetracloruro di carbonio percloroetilene e idrocarburi clorurati in genere. Acidi: fluoridrico, solforico e cloridrico concentrati, ecc.

-Applicazioni- Guarnizioni di tenuta di qualsiasi specie, anche del tipo OR; menbrane speciali per pompe, parti di valvole ind. chimica, tubi per trasporto di fluidi aggressivi o ad elevata temperatura, soffietti, giunti elastici (temp. - 100°C) rivestimento rulli, antivibranti e ammortizzatori (supporti di trasform.) articoli stampati diversi.

- Fornitura -

-Lastre, spess. 1 a 10 mm, 75 °Sh
-Tondi, diam. 3 a 15 mm, 75 °Sh

Può essere incollato (collante speciale) per temperature fino a 100°C od anche combinato con tessuti o elementi metallici.

Perfluoroelastomero KALREZ - Du Pont De Nemours

Angst e Pfister S.p.A. Milano-TO-PD-BO-Roma-NA

Il Kalrez é un'elastomero altamente fluorurato che si aggiunge ai materiali fluorurati Teflon e Viton, presentando però la eccezionale caratteristica di riunire in sé la proprietà elastiche del Viton e le proprietà termiche e chimiche proprie della resina PTFE. Il Kalrez é inerte all'azione della massima parte dei prodotti chimici, essendo attaccato in maniera sensibile solo dai solventi fortemente fluorurati.

- Caratteristiche principali - Resistenza chimica praticamente uguale a quella del Teflon PTFE. Impiego continuo fino a +260 -288 °C. Buona flessibilità alle basse temperature. Proprietà meccaniche analoghe a quelle degli elastomeri. Ottima resistenza all'invecchiamento e agli agenti atmosferici. limitata deform. permanente. Minimo degasaggio sotto vuoto.

Proprietà	Metodo di prova	Unità di misura	Qualità KALREZ 1050	3018	1064	3065	3062
- Fisiche e termiche -							
Massa volumica		g/cm³	2,02	2,02			
Coeff. dilataz. term. lineare		-1/°C	$3,2\cdot10^{-4}$	$3,2\cdot10^{-4}$			
Calore spec. medio (50÷150°C)		J/(g·°C)	1,0048	1,0048			
Temp. max indic. di impiego		°C	260÷288	288÷316	260	260÷288	288÷316
Temperatura di fragilità	ASTM D 746	°C	-37	-37	-41	-29	
- Meccaniche -							
Durezza	Shore A	Shore A	80	90	70	95	97
Modulo per deform. 100% 20°C	ASTM D 412	N/cm²	965	1309	620	-	-
Resist. a trazione 20°C	"	N/cm²	1309	1834	1447	1798	2315
204°C	"	N/cm²	172	241		433	517
260°C	"	N/cm²	138	172		276	
Allung. a ruttura 20°C	"	%	130	130	170	60	60
204°C	"	%	30	50		10	20
260°C	"	%	50	50		10	
Deform. perm. a compressione	ASTM D395B						
204°C 70 ore		%	38	36	45	50	-
288°C 70 ore		%	53	47	-	-	
- Elettriche -							
Costante dielettrica 1000 Hz		-	4,9	4,9			
Fattore di perdita		-	$5\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$			
Rigidità dielettrica		kV/mm	17,7	17,7			
Resistenza di volume		Ω·cm	$5\cdot10^{17}$	$5\cdot10^{17}$			

Impieghi e fornitura

Il tipo 1050 viene impiegato nella quasi totalità delle applicazioni. Il tipo 3018 é specialmente adatto per temp. particolarmente elevate. Fornitura:
I particolari in Kalrez vengono realizzati direttamente dalla Du Pont. Articoli di normale fornitura: - Guarnizioni tipo OR secondo le norme AS-568A (Ø sez. 1,78-2,62 - 3,53 - 5,34 - 7 mm). - tondini (Ø 1,78 ÷ 7 mm) - tubi Ø esterno 3,18-37,75, parete 0,80 - 3,97 mm. -lastre ⌀ 152,4 spess. 0,25-3,18. -dischetti (Ø 6-12, spess. 3,175) A richiesta pezzi a dis. o comunque non compresi nella gamma dim. Campi d'impiego. - Quando si richiedono proprietà termiche e chimiche superiori a quelle di qualsiasi altro elastomero e, quando il suo costo elevato può essere compensato da una maggiore affidabilità, riduzione costi manutenzione o di fermo impianto. Industrie: chimica, petrolchimica, (guarnizioni pompe di processo), petrolifera (guarn. a contatto idrocarburi e gas acidi alte temp) Impieghi generali (tenute circuiti per oli dietermici, su compressori ecc.)

Gomme sintet.: Adiprene, Hypalon, Hytrel, Nordel, Neoprene, Viton

Du Pont De Nemours Viale Monza 2 Milano

L'Elast. Chem. Depart. della Du Pont non fabbrica prodotti finiti ma solo gomme sint. I produtt. di articoli di gomma che usano queste materie prime le modificano con nuove formulazioni prima dello stampaggio, nell'estrusione o della calandratura. Con questo si può ottenere un prodotto con una eccezionale resist. al calore o uno che sia dotato di una straordinaria flessibilità alle basse temp., anche col sacrificio di certe proprietà a vantaggio di altre. Confrontando i limiti delle proprietà degli elast., usando i dati e le osservazioni come guida si é in grado di scegliere il tipo di gomma più confacente ad una determinata applicazione. Naturalmente sia la Du Pont che il fabbricante possono fornire maggiori notizie in merito alla loro utilizzazione.

Proprietà e caratteristiche	Gomma naturale	Gomma uretanica Adiprene	Gomma sintetica Hypalon	Elastomero poliestere Hytrel 415	450	408	Gomma idrocarb. Nordel	Gomma sint. Neoprene	Fluoro elastomero Viton
Car. di rott. mescola non caricata	>30	>40	>25	4,15	4,50	4,08		>30	>20
kN/cm² mesc. nere caricate	>30		>30	-	-	-	>21	>30	>20
Gamma di durezze (durometro A)	30÷90	60÷99	40÷95	92A	55D	63D	49÷90	40÷95	60÷95
Massa volumica (materiale base)	0,93	1,06	1,12	1,17	1,20	1,22	0,86	1,23	1,85
Proprietà di vulcanizzazione	E	E	E	non rich. vulc.			E	E	B
Adesione ai metalli	E	E	E	E	E	E	BE	E	BE
Adesione ai tessuti	E	E	B	B	B	B	B	E	BE
Resistenza alla lacerazione	B	E	D	E	Ez	Ez	B	B	D
Resistenza all'abrasione	E	Ez	E	Ez	mEz	mEz	E	E	B
Deform. perman. a compress.	B	B	D	D	D	Sc	B	DB	mB
Rimbalzo freddo	E	(1)	B	mB	B	D	mB	mB	B
Rimbalzo caldo	E	(2)	B	E	mB	B	mB	mB	E
Rigidità dielettrica	E	E	E	DB	DB	DB	E	B	B
Isolamento elettrico	BE	DB	B	DB	DB	DB	E	DB	DB
Permeabilità ai gas	D	D	mS	D	D	D	D	S	mS
Resist. agli acidi diluiti	DB	D	E	D	D	D	E	E	E
Resist. agli acidi concentr.	DB	Sc	mB	Sc	Sc	Sc	E	B	E
Resistenza ai solventi: idrocarburi alifatici	Sc	E	B	E	E	E	Sc	B	E
Resistenza ai solventi: idrocarburi aromatici	Sc	DB	D	B	B	B	Sc	D	E
Resistenza ai solventi: ossig. (chetoni, ecc.)	B	Sc	Sc	D	B	B	B	Sc	Sc
Resistenza ai solventi: solventi per vernici	Sc	Sc	Sc	D	DB	B	Sc	Sc	Sc
Resistenza a: rigonfiam. in olio lubrif.	Sc	E	BE	B	E	E	Sc	B	E
Resistenza a: olio e benzina	Sc	E	B	mB	E	E	Sc	B	E
Resistenza a: oli animali e vegetali	ScB	E	B	mB	E	E	B	B	E
Resistenza a: assorbimento d'acqua	mB	(3)	mB	(4)	(4)	(4)	mB	B	mB
Resistenza a: ossidazione	B	E	E	E	E	E	E	E	Ez
Resistenza a: ozono	D	E	Ez	E	E	E	Ez	E	Ez
Resistenza a: invecch. alla luce solare	Sc	B	Ez	mB	mB	mB	Ez	mB	mB
Resistenza a: invecchiamento al calore	B	B	E	B	E	E	E	E	Ez
Resistenza a: fiamma	Sc	D	B	(5)	(5)	(5)	Sc	B	B
Resistenza a: caldo	B	B	E	mB	E	E	E	E	E
Resistenza a: freddo	E	E	B	E	E	E	E	B	B

- Significato dei simboli -

mEz=molto eccez. BE=buona eccell. ScB=scadente buona. Sc = scadente Ez=eccezionale. mB = molto buona (1) Sc a temp. molto basse. (2e3) E = eccellente. B = buona B a temp. amb. (3)Sc a 100°C. (4) DB=discreto buono. D = dicreto mB fino a 100°C. (5) fondono ma S = scarsa. mS = molto scarsa non propagano la fiamma.

Elastomeri - Caratteristiche e resistenza chimica dei tipi principali

Angst + Pfister S.p.A. Milano-TO-GE-BO-PD-Roma

Qualità (DIN 3770)	NB	FP	SI	PU	EP	CR	AC	Kalrez
Elastomero base	Copolim butad. acrilon	Polim. Fluoru-rato	Sili-cone	Poliu-retano	Etilen-propri-lene	Polim. diCloro-prene	Polim. di est. acril.	Polim. perfluo-rato
Massa volumica g/cm³	1÷1,5	1,8÷2	1,1÷1,4	1,2÷1,4	0,8÷1,3	1,2÷1,6	1,1÷1,6	2
Durezza Shore A	30÷95	65÷85	25÷75	65÷95	30÷85	40÷95	40÷85	70÷95
Temp. imp. cont. °C	-25+100	-25+200	-60+200	-20+80	-40+130	-30+100	-25+150	-25+285
Resist. a traz. N/mm²	13÷23	12÷20	5÷10	25÷35	10÷20	15÷25	12÷20	13÷24
Allung. a rottura %	300÷500	200÷350	100÷500	200÷800	400÷600	400÷800	200÷400	60÷170
Deformaz. permanente	A	A	A	D	C	B	B	A-B
Resilienza	B	C	B	B	B	B	C	C
Resistenza all'usura	B	C	D	A	C	B	C	C
Res. ag. atm. e ozono	C-D	A	A	A	A	A	A-B	A
Resistenza agli oli	A	A	A	A	C	A	A	A
Permeabilità ai gas	B	A-B	D	A-B	C-D	B	B	A
Resist. alle radiaz.	C	C	C	B	B	C	C	B-C
Resist. alla fiamma	D	A	B	B-C	D	A-B	D	A
Incollabilità	A	C-D	*	B-C	A-B	A	B	D

Comportamento: *A* = ottimo. *B* = buono. *C* = mediocre. *D* = insufficiente.
* solo colle siliconiche.

	Materiali	NB	FP	SI	PU	EP	CR	AC	Kalr.
Composti organici	Acetone	C	C	B	D	A	B	C	A
	Acido acetico	C	C	C	D	A	B	C	A
	Acido oleico	B	A	B	B	B	B	B	A
	Alcole etilico	A	A	A	A	A	A	B	A
	Aldeide acetica	C	C	C	D	A	C	C	A
	Anidride acetica	C	C	C	-	B	B	C	A
	Anilina	C	B	A	D	B	B	C	A
	Benzolo	C	B	C	C	C	C	C	A
	Clorobenzolo	C	B	C	D	C	D	C	A
	Cloruro di acetile	C	C	C	D	B	C	C	-
	Dibutilftalato	C	C	A	-	B	D	-	A
	Etanolammina	B	C	B	D	B	A	-	A
	Etilene	A	A	A	A	A	B	-	A
	Fenolo	C	A	A	-	B	B	B	A
	Glicerina	A	A	A	B	A	A	C	A
	Nitrobenzolo	C	C	C	D	C	C	C	A
	Ottano	A	A	C	-	C	B	-	A
	Ticresilfosfato	C	A	A	-	A	-	-	A
	Tricloroetilene	C	A	C	D	C	C	C	A
Gas	Anidride carbonica	A	A	A	A	B	A	A	A
	Azoto - Ossigeno	A	A	A	-	A	A	A	A
	Cloro (umido)	D	B	C	D	B	D	C	B
	Gas illuminante	B	A	B	B	B	B	C	A
	Idrogeno	A	A	A	-	A	A	C	A
	Metano	A	A	A	-	C	-	C	A
	Propano (gassoso)	B	A	C	-	B	C	A	A
Prodotti frigorigeni	Ammoniaca	A	D	A	D	A	A	B	A
	Anidride solforosa	C	A	A	-	A	B	C	A
	Freon II	C	B	C	-	C	C	C	C
	Freon 12	A	B	C	-	B	A	B	C
	Freon 22	C	C	C	-	B	B	C	B
	Glicol etilenica	A	A	A	B	A	A	C	A

segue

segue: Elastomeri - Resistenza chimica e semilav. disponibili

	Materiali	NB	FP	SI	PU	EP	CR	AC	Kalr.
Composti inorganici	Acido cloridrico	A	A	A	D	D	A	C	A
	Acido cromico	D	A	B	C	D	D	C	A
	Acido fosforico	B	A	B	-	B	A	B	A
	Acido nitrico	D	B	D	D	D	D	D	A
	Acido solforico	D	A	D	D	C	A	D	A
	Acqua	A	B	A	C	A	A	C	A
	Ammoniaca	A	D	A	D	A	A	C	A
	Perossido d'idrogeno	C	A	B	A	D	B	C	A
	Soda caustica	A	B	A	D	A	A	C	A
	Solfuro di carbonio	C	A	B	-	D	D	D	A
	Vapore (fino a 3,5 bar)	B	B	B	D	A	B	D	A
Lubrificanti	Cellosolve	C	C	C	-	B	B	C	A
	Fluidi per comandi idraulici: a base diestere	C	A	A	D	C	C	C	A
	con oli minerali	A	A	C	A	C	B	A	A
	conten. acqua	A	A	A	B	B	A	C	A
	Grassi: a base diestere	B	A	B	-	C	-	-	A
	minerali	A	A	B	-	C	B	A	A
	Olio di silicone	A	A	C	-	A	A	A	A
	Liquido per freni (base ricino)	C	B	A	B	A	-	-	A
	Oli lubri-ficanti: a base diestere	B	A	B	D	C	C	B	A
	minerali	A	A	A	A	C	A	A	A
	per ingr. ipoidali	A	A	A	B	C	B	A	A
	Oli per trasformatori	A	A	B	-	C	B	A	A
	Oli vegetali	A	A	A	A	A	A	A	A
	Paraffina	B	A	C	B	C	B	A	A
Combustibili	Benzina	B	A	C	A	C	C	A	A
	Distillati di catrame	C	A	C	-	C	-	-	A
	Gasolio	B	A	C	-	C	C	A	A
	Nafta per motori diesel	B	A	C	A	C	-	-	A
	Olio combustibile	B	A	C	B	C	C	A	A

A = molto resist. al rigonfiamento. *B* = rigonf. dipendente dalle cond. d'impiego. *C* = scarsa resist. al rigonf. *D* = attacco chimico impiego scons. - = dato non disponibile

Elastomeri normalm. disponibili -

- Elastomero NB -
Tondino NB5 (75 ShoreA) Ø 1,57-1,78-2-2,62-3,2-3,53-4-5-5,34- 6-6,35-7-8-9,25-12,5.
Tubo NB75 Ø 3,2x6,4-4,8x9,5- 6,4x12,7-9,5x15,9- 12,7x19- 15,9x22,2 19x25,5-25,4x34,9-38,1x47,6.
Lastra NB75-NB90- 530x530- spess. 0,8-1-1,5-2-2,5-3-4-5-6,5-8-9,5-11-12,5.
Nastro calibrato NB75 - largh. 300 spess. 0,3-0,41-0,51-0,64- 0,76-0,89-1,02-1,57.
Nastro armato -NB10P-NB15P-NB20P largh. 450- spess. 0,25-0,35-0,50
- Elastomero FP - Tondino FP75- Ø 3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14- 15-
Lastra FP75-350x350-spess. 1 600x600 spess. 1,5-2-3-4-5-6-7-8-9-10
- Elastomero SI- Tondino SI55 - Ø 3-4-5-6-7-8-9-10-11-12.

Lastra SI55 - 350x350 spess. 1 600x600 sp. 2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 12-13-14-15.
- Elastomero PU- Tondo PU(90Shore A) lungh. 1000 - Ø 8-10-12-15-20-25-30-35-40-45-50-60- 70. lungh. 500. Ø 80 - 90 - 100 - 110.
Manicotto PU5 (90 ShoreA) lungh. 500- Ø 10x30-20x40- 20x50- 25x50-30x50-30x60- 40x80- 50x90- 60x90-60x100-60x110.
Lastra PU5 (65-80-90 ShoreA) 2000 x1000 spess. 0,5-1-1,5-2-3-4-5-6-7-8-10-12-15-18-20. 1000x1000 sp. 25-30-35-40-50.
Lastra PU4 (65-80-90 ShoreA) 2000 x1000 spess. 1-1,5-2-3-4-5-6-8-10 12-15-20.
- Elastomeri EP, CR, AC, Kalrez 1050 fornibili su richiesta.

Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione

(Rif. UNI 7067) Questa norma stabilisce i tipi e le caratteristiche dei materiali per stampaggio (ad iniezione o a compressione) ed estrusione. I valori delle caratteristiche sono da intendere, come indici di qualità per la caratterizzazione e la qualificazione delle materie plastiche. Tali valori, di massima, non possono essere impiegati per calcoli di progettazione.

Caratteristiche fisico-meccaniche	tipo	50	60	70	80	90
Indice di fluidità (UNI 5640)	9/10 min	12÷20	6÷12	3÷6	1,5÷3	<1,5
Temperatura di rammollimento Vicat (UNI 5642 metodo A)	min °C	80	90	100	107	115
Durezza Rockewell scala M (UNI 4278)	min	80	85	90	95	100

Massa volumica kg/dm³ 1,16 - 1,19
Indice di rifrazione* 1,48 - 1,50
Trasmissione luminosa* min % 92
Trasmit. tot. % a 420nm* min % 91
c.s.dopo espos.lamp.sol.*min % 90
Torbidità* max % 1. Resist. urto Charpy (UNI 6062)** J/cm² 1,96

* Valori riferiti solo al prodotto incolore trasparente spessore 3 mm. ** Su prov. ridotta 50x6x4 mm senza int., stamp. ad iniez. ritiro a caldo del 30% ± 5%.

"PERSPEX" della Imperial Chemical Industries PLC Londra

Agenti per l'Italia: Adreani S.p.A. Via Zuretti 37 Milano

Il Perspex é il materiale acrilico termoplastico più diffuso. E' inalterabile, infrangibile, elastico, non infiammabile, dielettrico. Si lavora a freddo meccanicamente con i più semplici utensili e con le normali attrezzature per la lavorazione del legno e dei metalli leggeri, e si può: segare, forare, incidere, tornire, piallare, intagliare, sagomare, filettare, smerigliare, sabbiare, decorare, stampare, lucidare. Si incolla, si salda o si cementa a freddo con appositi cementi e solventi. Si può lavorare a caldo e si forma con semplici stampi, a stampi e controstampo, a depressione ed a pressione d'aria. Il Perspex é applicabile in titti i climi; trova largo impiego nella industria e nell'artigianato. Illuminazione interni, stradale, industriale, decorativa. Nelle costruzioni aeronautiche, navali, motonautiche, automobilistiche e ferroviarie. Insegne luminose, segnalazioni, targhe, schermi protettivi. Nell'arredamento, nelle apparecchiature chimiche, scientifiche, didattiche, ottiche, articoli tecnici, ecc.

Lastre CLEAR o OPAL * Spess.(toll.±)	Form.stand.	Lastre goffrate e Saten 040	Bast. torn. luc.o grez.	Barre quadre luc. o grez.
1 (0,20) 2 (0,36)	925x625 2000x1250	solo spessore di 3 mm Formati standard 1800x1200 2500x1850	Ø 5÷40 lungh. 1200	lato 10÷40 lungh. 1200
2,5(0,43)3(0,48) 4 (0,56)5(0,64) 6 (0,69)8(0,81) 10(0,94)10(1,07)	2000x1500 2500x2000 3000x2000		Ø 45÷80 lungh. 900	lato 45÷80 lungh. 900
15 (1,27) 20 (1,27) 25 (1,27)	1950x1475 2950x1950		Ø 85÷150 lungh. 850	lato 85÷150 lungh. 850

* Perspex colorato: (oltre 70 colori) solo in lastre di spess. di 3 mm. Disponibili: Cementi vari adatti ad ogni tipo di incollaggio e Perspex Polish per pulitura lucidatura ed eliminazione carica elettrostatica superficiale.

Lastre di policarbonato AXXIX N.V.

Agenti per l'Italia: Adreani S.p.A. Via Zuretti 37 Milano

Le lastre Axxix-PC sono conosciute come il materiale per vetrate più resistente che esista; resistono all'urto 250 volte più del vetro di uguale spessore. Esse hanno una vasta gamma di applicazioni industriali e civili.
Costruzioni meccaniche: Protezioni di impianti, macchinari vari, confezionatrici, litografiche, utensili, ecc. Veicoli: parabrezza e finestre laterali di gru, macchine movimento terra, carrelli, automezzi militari, ecc. Nautica e aeronautica: parabrezza, porte, oblò, canalizzaz. rivestim. interni, arredam. ecc. Edilizia: Scuole, asili, palestre, musei, ospedali, cabine telef., ecc. Varie: finestrat. barriere antifurto per vetrine, insegne lum. strad. vetri stratif. antiproiet. apparecchi di illum. di sicur. e contro il vandalismo, schermi e visori per caschi protettivi, ecc.

Tipi di lastre:
-Axxix-PC 111. E' il tipo normale per vetrate, protezioni di macchine, barriere acustiche, perfettamente trasparente, virtualmente infrangibile, stabilizzato alla luce solare.
-Axxix-PC 121. Trasparente colore bronzo solare che trattiene fino al 50% di luce e energia solare.
-AxxiX-PC 241. Opals diffusori con trasmissione di luce del 25, 30 e 35%.
-Axxix-PC 212. E' la versione goffrata del tipo normale. Consente la massima trasmissione di luce con una buona diffusione e ripara dalla vista gli ambienti interni.
-Axxix-PC Chairmat. Lastre dello spessore di 2 mm goffrate antiscivolo per protezione di tappeti e moquette. Tutte le lastre possono essere piegate a caldo (a freddo, raggio spess. x 100) incollate ed essere meccanicamente lavorate.

Proprietà	Metodo	Unità	Valore
Massa volumica	DIN 53479	g/cm³	1,20
Indice di rifrazione nd 20°C	DIN 53491		1,585
Trasmissione di luce (spess. 3 mm) . .		%	86
Conduttività termica	DIN 52612	w/K·m	0,21
Coeff. dilataz. term. (0-60°C)		1/K	$65 \cdot 10^{-6}$
Temp. deform. a caldo (1,81 N/mm²) m.A	DIN 53461	°C	135÷140
Temp. max di eserc. in aria (breve perm)		°C	145
(servizio continuo)		°C	120
Temp. min di esercizio		°C	-100
Combustibilità (sec.ASTM)(ind.ossig.)	ASTM D 2863	%	25
(sec.C.S.E.)			Classe 1
Resistenza a trazione	DIN53455(4)	N/mm²	65÷70
Allungamento a rottura	" "	%	> 100
Resist. allo snerv. (in fless.) . . .	" 53452	N/mm²	90-95
Resist. all'urto s. int. (Charpy) . .	" 53453	kJ/m²	ness.rott.
c. int. (Charpy) . .	" "	kJ/m²	> 30
Durezza Rockewell	ASTM D 785		M70-M78
Resistività elettrica superficiale . .	DIN 53482	ohm	$>10^{15}$

Prodotti standard	spess. mm	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Axxix-PC 111	2050x1250	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
trasparente incolore	3000x2050				•	•	•	•	•	•	•	•
Axxix-PC 121	2050x1250	•	•									
trasparente bronzo	3000x2050					•	•	•	•			
Axxix-PC 241 opals	3000x2050			•		•	•					
Axxix-PC 212 goffrato	3000x2050					•	•					
Axxix-PC Chairmat	2000x1200			•								

- Le misure contrassegnate • sono disponibili -

Leghe per impieghi particolari

Nome	*Composizione chimica %*	*Impiego*
ALLUMINIO		
Duralluminio	*Al95-Cu4-r.Mg-Mn-Si-Fe*	*Aerei*
Lantal	*Al58-Cu40-Si2*	*Stabile agli agenti chim.*
ARGENTO		
Argento 830	*Ag82,6-Cu17,4*	*Sterlina danese*
Argento Standard	*Ag92,5-Cu7,5*	*Sterlina inglese*
BISMUTO		
Metallo di Wood	*Bi50-Pb25-Sn12,5-Cd12,5*	*p.f.70°C Saldature piombo bismuto, rame, ottone e stagno*
Metallo Rose	*Bi50-Pb25-Sn25*	*Saldature bismuto, rame, ottone, stagno e argento*
FERRO		
Ferro armco	*Fe99,9*	*m.v.7,86g/cm³ p.f. 1530°C*
Acciaio al Ni-Cr	*Fe94-Ni4-Cr1,75-C0,35*	*Piastre di corazza*
Acciaio rapido	*Fe75-W18-Cr6-V0,3-Co7*	*Utensili*
Invar	*Fe63,8-Ni36-C0,2*	*min.coeff.dilat.term.lin. $1 - 3 \cdot 10^{-6}$ °C⁻¹*
Acciaio al Co	*Fe50÷95-Co30÷35-Cr3÷9*	*Magneti permanenti*
Alnico	*Fe55÷63-Ni20÷28-Co5*	*Magneti permanenti*
Rhometal	*Fe59-Ni37-Cr2-Si2*	*Magneti dolci*
Radiometal	*Fe50-Ni47-Cu3*	*Magneti dolci*
MAGNESIO		
Electron	*Mg90-Al 3÷7-Zn2,5-Mn0,5*	*m.v. 1,8 g/cm³*
MERCURIO		
Amalgama	*Hg62-Ag25-Sn10-Cu2-ZN1*	*Amalgama per dentisti*
NICHEL		
Monel	*Ni60-Cu33-Fe6,5*	*Inox. Turbine a vapore*
Nicromo	*Ni60÷80-Cr15÷20-Fe0÷25*	*Resistenze elettriche e termoelementi*
Permalloy A	*Ni78,5-Fe20,9-Mn0,6*	*Materiali magnetici dolci*
Supermalloy	*Ni79-Fe15-Mo5-Mn0,5*	*Materiali magnetici dolci*
Perminvar	*Ni45-Co25-Fe29,4-Mn0,6*	*Materiali magnetici dolci*
ORO		
24 carati	*Au100*	
	Au90-Cu10	*Monete*
18 carati	*Au75-Ag10÷20-Cu15÷5*	
16 carati	*Au67-Cu8÷27-Ag6,6÷26*	
14 carati	*Au58-Cu14÷28-Ag4÷28*	
PIOMBO		
Typemetal	*Pb58-Sn26-Sb15-Cu1*	*Lega per caratteri stampa*
Lega per saldat.	*Pb10÷75-Sn25÷90*	*Per ferro, piombo, rame, ottone, zinco e stagno.*
RAME		
Metallo da conio	*Cu92-Al6-Ni2*	*Monete grandi*
Bronzo	*Cu77÷80-Sn22÷23-Zn1÷10 Pb1÷3*	*Bronzi artistici*
Bronzo	*Cu80÷90-Sn8÷16-Zn2÷5*	*Bronzo per macchine*
Nichelina	*Cu80-Ni20*	*Resistenze e termoelem.*
Costantana	*Cu60-Ni40*	*Resistenze e termoelem.*
Metallo Muntz	*Cu59-Zn39-Fe2*	*Pezzi lav.finiti a caldo*
Argentana	*Cu55÷65-Zn22÷25-Ni12-20*	*Resistenze, contatti,ecc.*
Metallo da conio	*Cu95-Sn4-Zn1*	*Monete di rame*
Metallo da conio	*Cu75-Ni25*	*Monete (ferro placcato)*

INDICE ALFABETICO

A

Accelerazione di gravità .. E-4
- (moto, velocità) E-3
Accelerometro (progetto di) A-65
Acciai bon. costr. metall. N-23
- da cement. e carbonitr. . N-35
- da cement. fuc. e stamp. N-55
- da cement. lam. a caldo . N-33
- fucin. e stamp. (comp.) . N-73
- inossidabili N-47
- inox (comparazione) N-74
- inox (progettaz. con) ... A-66
- lavoraz. alta velocità .. N-39
- legati spec. per getti .. N-51
- legati spec. inox N-47
- legati spec. per molle .. N-41
- legati da tratt. term. .. N-32
- leg. spec. per valvole .. N-52
- non legati fuc. e stamp. N-54
- non leg. lam. a caldo ... N-18
- non legati (comparaz.) .. N-72
- non legati di qualità ... N-30
- da nitrur. fuc. e stamp. N-57
- da nitrur. lam. a caldo . N-36
- da tempra sup. fucin. ... N-58
- da tempra sup. lam. a c. N-37
- tipizzati N-2
- tipizzati (applicazioni) N-11
Acqua (temp.volume,densità) C-16
Adesivi cianoacrilici H-44
- Multi Bond H-46
- strutturali H-42
Adiprene (gomma uretanica) N-139
Agganci per chiusure rapide H-10
Alberi per bussole a sfere I-88
- (estremità degli) G-127
Alligazione B-36
Alluminio (esag. e quadri) M-64
- (fili e tondi di) M-64
- e leghe di al.(prospetto) N-76
- (piatti di) M-64
- primario da lav. plast. . N-78
Alnico N-70
Alpacca N-99
Altezze di assi G-141
Amminoplastici da stampag. N-125
Anelli antiestrusione H-56
- elastici per alberi G-74
- elastici di arresto G-82
- elast. di arr. car. elev. G-83
- elast. ad esp. per alberi G-81
- elastici per fori G-76
Anelli elastici da incass. G-69
- elastici Seeger G-73
- elast. Seeger tipo G G-80
- elast. Seeger tipo K G-79
- elast. Seeger tipo V G-78
- raschiatori H-62
- Ring Flon H-58
- di tenuta A+P H-48
- di tenuta normalizzati .. G-144
Anello all.(sup. e volume) B-16
- circolare (sup. e volume) B-16
- ellittico (sup. e volume) B-16
Angoli composti di utensili G-134
- di cono G-132
Angolo di attrito radente . E-17
- di attrito volvente E-19
- di torsione F-13
Anticorodal lega all. getti N-88
- lega all. lav. plastica . N-79
- (profilati di) M-66
Antifrizione (met. bianchi) N-118
Antigioco (viti conduttr.) H-99
Antivibranti (zoccoli) H-66
Applicatori per adesivi ... H-46
Applicazione dei cuscinetti I-45
Area delle figure piane ... B-10
- del segm. circolare B-13
Assonometriche (proiezioni) A-13
Attacchi per utensili G-129
Attrito nei perni E-20
- nel piano inclinato E-20
- radente E-16
- volvente E-18
Attuatore autoportante H-115
- lineare H-116
- rotante H-118
Avional lega al. lav. pl. . N-82
Avvitatori a contr. coppia H-102
Axxis (policarbonato) N-143

B

Bandelle acc.form.a freddo. M-28
- di ottone M-62
Barre acciaio inox M-17
- cave di acciaio M-34
- esagone acc. trafilato .. M-3
- esagone di titanio M-56
- larghi piatti acc. traf. M-3
- piatte acc. trafilato ... M-3
- piatte di titanio M-56
- quadre acciaio trafil. .. M-3
- quadre di titanio M-56

Barre di rame estruse..... M-61
- di rame trafilate M-60
- semitonde d'acciaio M-14
- semit.appiatt. di acc. .. M-14
- (toll. geom. delle) M-51
- tonde acciaio trafilato . M-3
- tonde di titanio M-56
- di torsione F-42
Boccole autolubrificanti .. H-39
- Nylined I-111
- Nyliner I-111
- a rullini I-56
Botte circ. (volume della) B-16
Brache di catene per soll. E-78
- di funi acc. per sollev. E-78
Bronzo binario lav. plast. N-94
- binario da fonderia N-105
Bulloni (altezza testa) ... G-11
- (a testa quadra) G-7
- di categoria C G-7
- (largh. in chiave) G-11
- (lungh. filettatura) G-11
- (lungh. gambo) G-11
- a strappo H-8
Bussole autobloccanti H-27
- ad espansione SK H-31
- per utensili G-129
- a sfere per scorr. ass. . I-92
- a sfere (alberi per) I-98
- aperte I-94
- (calc. durata delle) I-96
- metriche I-103
- metriche (calcolo della durata delle) I-104
- (montaggio delle)..... I-99
- registrabili I-94
- serie precisione XR I-97
- speciali I-95
- (supporti oscill. per) .. I-100
- (supp. registrab. per) .. I-102

C

C (profilati a freddo a) .. M-52
Cacciaviti a contr. coppia H-100
CAD (disegno ass. computer) A-3
Calcolatore elettr. tascab. B-2
Calcolo elica della vite .. E-15
- molle di compressione ... F-21
- molle di trazione F-24
Calettatori "Ringfeder" ... H-34
- della Tecnol. Industr. .. H-33
Calore (quantità di) C-17
- specifico C-12
Cambio di velocità E-27
- di vel. epicicloidale ... D-77
Caratteristiche mecc. viti senza testa G-46
Carichi di sic. materiali . F-3
- sulle travi F-9
Carpenteria (strutture di) A-35
Carrucola fissa E-13
- mobile E-14
Catene ad anelli alta res. E-79
- a denti silenziose E-80
- micropitc E-74
- per usi navali E-75
- a rulli di precisione ... E-72
- di sollevamento..... E-76
- "Vaucanson" E-79
Centrifuga (forza) E-7
Centro di gravità E-11
Chiavette di forma A G-104
- concave G-106
- ribassate G-105
- tangenziali G-107
Chiavi pneumat. torsionom.. H-102
- torsionometriche H-100
- (spazio per) G-135
Chiodature a dop. coprig. . G-98
- a sovrapposizione G-97
Chiodi ad alta resistenza . G-99
- ad intaglio G-89
- da ribadire a caldo G-95
Cicloide (area del) B-11
Cilindro cavo (vol. del) .. B-15
- obliquo (sup.e vol.del) . B-15
- retto (sup.e vol.del) ... B-15
- a sezione obliqua (volume del) B-15
Cinetica (energia) E-7
Cinghie dentate "Breco" ... E-68
- dentate "Brecoflex" E-68
- dentate HTD E-48
- dentate Mini Pitch E-39
- dent. Poly Chain GT E-57
- dentate per auto E-65
- dentate Power Grip E-41
- "Hevaflex e Hevaloid" ... E-62
- scanalate trasm. ind. ... E-64
- trapezoidali leggere E-64
- trapezoidali "Blauri" ... E-28
- trapezoid. V-Belt-Pur ... E-38
Circolo (area del) B-10
Codificatore (progetto di) A-64
Coduli per utensili G-129
Coefficienti dilataz. term. C-18
Comando numerico A-54
- a rapporti multipli E-67
Comparazione acc.fucinato e stampato N-73
- acciai inossidabili N-74
- acciai non legati N-72
- allum. da lavor. plast. . N-77

Comparazione all. da fond.. N-91
- durezze materiali F-18
Componenti di precisione .. H-91
Compressione (resist. alla) F-5
Computer Globalyst 580 .... A-3
- portatile Globalyst 130 . A-4
Conduttività termica C-15
Conicità e angoli di cono . G-132
- (tolleranze di) L-49
Cono retto (sup. e volume) B-15
- (valore angoli di) B-9
Contatore di giri..... E-24
Contrazione (coeff. di) ... C-14
Controdadi di sicurezza ... G-36
Convenzioni part. di quot. A-28
Conversione mis. ingl.-SI . B-30
- pollici - mm B-29
- scale termodinamiche C-20
- sistema SI B-25
Coordinate (fori equidist.) B-43
Copiglie G-92
- elastiche G-92
Corona circ. (area della) . B-10
Corpi solidi (massa volum.) C-6
- solidi (sup.e vol.dei) .. B-15
Croce di Malta H-90
Cubo (sup. e volume del) .. B-15
Cuneo E-15
- sferico (sup.e vol.del) . B-16
- (sup. e volume del) B-15
Cuprolega (rame da fonder.) N-107
Cupronichel (lega rame l.p) N-95
Cuscinetti miniatura MPB .. I-66
- Advantage res. corros. .. I-75
- (accoppiamento dei) I-75
- angolari alte velocità .. I-71
- (angolo di contatto dei) I-78
- assiali I-80
- (carico dinamico dei) ... I-79
- (gioco radiale dei) I-77
- (gioco assiale dei) I-77
- (lubrificazione dei) I-79
- in misure metriche I-68
- in mis. deriv. da poll. . I-69
- a pieno riempimento sfere I-72
- a pivot I-80
- a quattro contatti I-88
- a sezione sottile I-73
- a sezione extra sottile . I-73
- a sez. sott. foro 16-100. I-81
- a sez.sott. foro 100-250. I-86
- a sez. sottile lubrif. .. I-84
- a sez. sott. tolleranze . I-85
- (tolleranze dei) I-75
Cuscinetti ad ingombro sottile Kaydon I-90
Cuscinetti a rotelle STAR . H-65
Cuscinetti a rulli concavi per scorrimento assiale . I-105
Cuscinetti a rullini "FAG". I-49
- bussole I-56
- (carico sui) I-50
- (durata dei) I-50
- gabbie I-53
- gabbie assiali, ralle ... I-64
- ralle di contrasto I-65
- rulli folli I-65
- con anello interno I-60
- con tenuta e combinati .. I-62
- (tolleranze dei) I-52
- (velocità dei) I-51
Cuscinetti scorrim. assiale I-92
Cuscinetti volventi "SKF" . I-2
- (accoppiamento dei) I-10
- (applicazione dei) I-45
- assiali orient. a rulli . I-37
- assiali a sfere I-34
- (carichi din. e equival.) I-6
- (gioco interno dei) I-12
- (ghiere,rosette,molle) .. I-41
- idrostatici I-33
- a Y e supporti a Y I-39
- (lubrificazione dei) I-13
- magnetico attivi I-47
- mozzo-ruota HBU I-44
- (nuova teoria durata dei) I-4
- obliqui a sfere I-24
- orientabili a rulli I-29
- orientabili a sfere I-20
- di precisione I-38
- a quattro contatti I-23
- radiali rigidi I-15
- a rulli cilindrici I-26
- a rulli cil. incrociati . I-23
- a rulli conici I-31
- con sensori integrati ... I-43
- (sfere,rulli,rullini per) I-40
- (tolleranze dei) I-8

D

Dadi di acciaio inox G-15
- ad alette G-38
- autofrenanti G-34
- autofrenanti elastici ... H-2
- autofrenanti con molla .. G-35
- con calotta G-37
- cilindrici con intagli .. G-34
- cilindrici da ribadire .. G-34
- a corna G-38
- esag. normali e bassi ... G-32
- esagoni (ciechi) G-38
- esag. per carpenteria ... G-10
- esagoni flangiati G-9

Dadi esag. con intagli G-33
- esag. (largh. in chiave). G-11
- ad impronta G-38
- a maniglia G-38
- di materiali plastici ... G-31
- quadri sottili G-33
- (prescrizioni tecniche) . G-43
- zigrinati G-37
Datore di moto (prog. di) . A-61
Deceleratori oleodinamici . H-74
- industriali KIB H-77
Densità dell'acqua C-16
Dentiere di riferimento ... D-6
Differenziale (funzionamento ed applicazioni D-71
Dilatazione termica lineare (coefficienti) C-18
Dimensioni lineari A-53
Disegni (definiz. e princ.) A-23
- (disposiz. quote nei) ... A-25
- (formati per i) A-5
- (indicaz. saldature nei) A-40
- (quotatura dei) A-25
- (rappres. convenz. nei) . A-20
- (sezioni nei) A-10
- (scritture sui) A-53
Disegno assist. dal comp. . A-3
- (di progetto) A-61
Dispositivi di fissaggio .. H-6
- monosenso E-27
- di irreversibilità E-26
Distanza spallamento viti . G-13
Durezza materiali (prove) . N-14

E

Elasticità (moduli di) F-5
Elastomeri (carat. res.)... N-140
Elastomero Hytrel N-139
Elementi (tabella degli)... C-2
- conici (quotat. e toll.) L-53
Elica vite (calcolo della) E-15
Ellisse (area della) B-11
Ellissoide (volume della) . B-16
Energia E-7
- cinetica E-7
- potenziale, pot. elast. . E-8
Epicicloidali (treni ingr.) D-74
Equazioni matematiche B-37
Equivalenza pollici-mm B-29
- unità angolari B-18
Ergal (lega all. lav. pl.). N-84
Ertacetal (poliacetalico) . N-132
Ertalene (polietilenico) .. N-134
Ertalite (polietilenico) .. N-133
Ertalon (poliammidico) N-130
Esagoni (acc. laminato) ... M-12
Esagoni (acc. trafilato)... M-3
- alluminio M-64
- rame e leghe trafilati .. M-60
- rame e leghe estrusi M-61
Estensione (resist. alla) . F-5
Estremità alberi cilindr. . G-127
- alberi conici G-128
- delle viti G-12
Evolvente (funzioni della) B-19
- (valori della) E-67

F

Fasce di guida in PTFE H-59
Fattori e numeri primi B-3
Fenolici da stampaggio N-126
Fermagli di sicurezza G-81
Ferro ARMCO N-70
Fibra aramidica Kevlar N-136
Figure piane (area delle) . B-10
Filettatura A.S. Unified .. G-63
- B. A. G-57
- a dente di sega G-62
- Lowenkerz G-62
- per obiett. microscopio . G-65
- Piltz G-57
- (rappres. convenzionale) A-22
- a tenuta per tubazioni .. G-54
- non a tenuta (per tubaz.) G-55
- trapezoidali ISO G-58
- triangolare ISO G-47
- per tubazioni G-56
UNF e UNEF G-64
- Whitworth G-53
Filetti riportati H-4
Fili d'acciaio per molle .. M-11
- per molle acciaio inox .. M-21
- di alluminio M-64
- di rame e ottone traf. .. M-59
Flexural Pivot H-67
Fine corsa a chiocciola ... E-25
- corsa differenziale E-25
- corsa a rondelle E-25
- corsa a ruote cilindr. .. E-25
Flessione (resist. alla) .. F-6
Fori da centro G-126
- da centro (rappr.conv.) . A-47
- da filett. e passanti ... G-14
- passanti per tubi G-55
Formule di meccanica E-3
- di operaz. matematiche .. B-33
Formati per disegni A-5
Forza centrifuga E-7
- e coppie (lavoro da) E-8
- massa accelerazione E-7
Freccia (nelle travi) F-9
Freni a ceppo e espansione E-23

Freni a nastro E-22
- e frizioni E-21
Funzioni dell'evolvente ... B-19
- trigonometriche B-7
Fusione (temperatura di) .. C-12

G

Gabbie a rullini I-53
Ganci ad occhio E-76
- di sollevamento E-77
Gas (massa volum. dei) C-11
Geometriche (proporzioni) . B-38
Getti di ghisa bianca N-64
- (sistema di toller. per). L-46
Ghiere autofrenanti H-3
- bloccanti per cuscinetti. I-41
Ghisa austenitica N-67
- bianca per getti N-64
- a grafite sferoidale N-66
- grigia per getti N-62
- grigia non legata N-65
- malleabile N-63
- al nichel N-69
Gioco radiale nei cusc. ... I-12
Giunti "Arpex" H-18
- di articolazione I-89
- autoallineanti H-20
- cardanici H-11
- elastici H-19
- "Renaflex" H-15
- "Holdam" H-13
- "Paguflex e Transflex" .. H-14
- vari per trasmissioni ... H-23
Giunto di articolazione ... H-13
- universale H-13
Gole di scarico per rettif. G-125
- sottotesta nelle viti ... G-13
Golfari G-39
Gomma idrocarb. Nordel N-139
- sintet. Hypalon e neopr. N-139
- (toll. dei prodotti di) L-48
- uretanica Adiprene N-139
Grassi lubrif. per cusc. .. I-13
Gravità (centri di) E-11
Guarnizioni oleod. e pneum. H-62
- dinam. (rappr. semplif.) A-51
- Lubroring H-57
- Lubroseals H-59
- O R H-51
- O R metalliche H-60
- O R normalizzate G-143
- Pradifa H-63
Guide lineari Hepco H-29
- lineari a sfere e a rulli H-81
- lineari modulari H-83
- a sfere su rotaie H-80

H

Hypalon (gomma sintetica) . N-139
Hytrel (elast. poliestere). N-139

I

Inafond (lega all. getti) . N-88
Inclinazione dei prismi ... G-133
Indicazioni delle toller. . A-30
- stato delle superficie .. L-58
Inerzia (momento di) F-7
- polare (momento di) E-11
- (raggio di) F-7
Ingranaggi (gradi di prec.) D-32
- (logaritmi dei rapporti). D-85
- (materiali per) D-78
- (minimo numero denti) ... D-6
- (moduli degli) D-4
- di precisione H-92
- (rapporti di) D-5
- (rappres. conv. degli) .. A-49
- (sforzi negli) D-82
- (simboli degli) D-2
Ingranaggi cilindr. diritti D-7
- American Standard D-14
- (calcolo degli) D-8
- (carichi sui denti degli) D-17
- A.S. (correzioni AMGA) .. D-15
- correzioni ANSI e BS D-16
- (dati sui disegni) D-9
- (interasse senza gioco) . D-13
- (misura scartamento) D-10
- (misura sui rulli) D-12
- (relazione DP-m) D-14
- (spessore cordale) D-10
Ingranaggi conici a 90° ... D-43
- angolo diverso da 90° ... D-44
- (spess. e alt. cordale) . D-44
Ingranaggi conici Gleason . D-48
- (dati sui disegni) D-51
- a denti diritti D-50
- a denti dir. angolari ... D-53
- per differenziali D-55
- a denti spirale D-61
a denti spir. angolari D-64
- spirali Duplex D-57
- spir. dupl. angolari D-60
- Hypoid D-66
- Zerol D-67
- Zerol angolari D-69
Ingranaggi differenziali .. D-71
Ingranaggi elicoidali D-23
- alberi a 90° D-26
- alberi a 45° D-27
- alberi a ang. qualsiasi . D-28

Ingranaggi (calcolo degli). D-24
- calcolo grafico degli) .. D-29
- (dati sul disegno) D-24
- (misure di controllo) ... D-31
- (spess. e alt. cordale) . D-31
- (el. spinte assiali) D-25
Ingranaggi FACE D-19
- (riduttore ad) D-21
Ingranggi di fusione D-70
- di mater. tecnoplastici . D-45
- planetari D-74
Ingranaggi a vite A. S. ... D-42
- (calcolo degli) D-38
- Cavex D-40
- (posiz. vite-ruota) D-39
Ingranaggi trasm. cicliche. D-22
Ingrassatori G-137
Innesto a frizione E-21
Inserti autofilettanti H-5
- filettati H-7
Iperbole (area della) B-11
Irreversibilità (disp. di) E-26
Interasse trasm.(ricerca) . E-66
Invar lega a dilat. contr.. N-71

K

Kalrez (perfluoro elastom.) N-138
Kevlar (fibra aramidica) .. N-136

L

Lamiere di acc. bugnate ... M-14
- di acciaio inox M-18
- di acc. lam. a freddo ... M-25
- di acc. da piegamento ... M-26
- sottili di acciaio M-18
- striate di acciaio M-14
- di rame e di ottone M-62
- di titanio M-58
- e nastri lam. di allum. . M-65
Laminati acc. imp. strutt. N-21
Larghi piatti di acciaio .. M-16
Lastre (resist. delle) F-17
Lavoro - energia (relaz.).. E-8
Leghe di all. per getti.... N-88
- di all. (caratteristiche) N-90
- di all. da lav. plastica. N-79
- di all.lav.pl.(caratter.) N-86
- legg. da fond.(comparaz.) N-91
- legg.lav.plast.(compar.). N-77
- di magnesio da fonderia . N-113
- di magn. da lav. plast. . N-112
- di magn. (comparazione) . N-114
- di rame da fonderia N-105
- di rame da fond.(caratt.) N-108
- di rame da lav. plast. .. N-94
Leghe rame lav. pl.(carat.) N-104
- saldanti N-115
- di zinco da fonderia N-116
- di zinco spec. da fond. . N-117
Legnami (massa vol. dei) .. C-9
Leva E-13
Limitatori di coppia H-30
Limite prop. elast. mater.. F-2
Lingotti di titanio M-58
Linguette G-108
- a disco G-111
- ribassate G-110
Linee di rifer. e misura .. A-23
- (tipi di) A-6
Liquidi (coduttività dei) . C-15
- (massa volumica dei) C-10
Logaritmi dei rappor. ingr. D-85
Lubrificazione dei cuscin. I-14
Lubriflon (resina) N-127

M

Magnesio (lega da fonderia) N-113
- (leghe da lav. plastica). N-112
Manovra delle chiavi G-135
Massa lineica dei materiali M-69
- volumica degli elementi . C-2
Materiali per ingranaggi .. D-78
- per molle F-20
Meccanica (formule di) E-3
Metalli bianchi antifriz. . N-118
Metodi di proiez. disegni . A-8
Microcuscinetti I-66
Minimo numero denti ingr. . D-6
Miscele frigorifere C-16
Misure angolari B-17
Moduli di elastic. mater. . F-5
- (ricerca dei) D-4
Modulo di resistenza F-7
Molle (acc. spec. per) N-41
- calcolate di compressione F-26
- calcolate di trazione ... F-33
- di compress. (calcolo) .. F-21
- ad elica cilindrica F-19
- ad el. cil. (uso delle) . F-20
- a lamina F-41
- acc.inox (nastri per) ... M-21
- acc. spec. (nastri per) . M-28
- di precarica cuscinetti . I-42
- (rappr. conv. delle) A-48
- a spirale F-41
- a tazza (calcolo delle) . F-43
- a tazza calcolate F-46
- a tazza (caratt. delle) . F-45
- di torsione F-40
- a trazione (calc. delle). F-24
Moltiplicatore di coppia .. H-102

Momento flettente F-9
- d'inerzia F-7
- d'inerzia polare E-11
- resistente F-6
- torcente F-13
Monosenso (dispositivo di) E-27
Moto armonico E-6
- angol. e lineare(relaz.) E-5
- circolare uniforme E-5
- circ. uniform.accelerato. E-5
- uniforme E-3
- uniform. accelerato E-3
- uniform. decelerato E-4
- (velocità accelerazione). E-3
Motoriduttori H-71
Movimento intermittente ... H-90

N

Nastri acc.(dimens.e toll.) M-30
- acc. formati a freddo ... M-28
- acciaio inox M-18
- acc. inox per molle M-20
- acc. spec. per molle M-29
- larghi acc. inox M-18
- larghi d'acciaio M-25
- larghi acc. da piegamento M-26
- di rame e sue leghe M-62
- di titanio M-58
Neoprene (gomma sintetica) N-139
Nichelio N-70
Nordel (gomma idrocarb.) .. N-139
Numeri normali B-42
- primi (fattori e) B-3

O

Obelisco (volume dello) ... B-15
Oliatori G-138
Omega (prof. a freddo) M-52
Operazioni al calcolatore . B-2
- matematiche B-33
O R (guarnizioni H-51
- metallici H-60
- normalizzati G-143
- di precisione H-56
Ortogonali (proiezioni) ... A-9
Ottimizzazione di un prog. A-60
Ottone ad alta resistenza . N-103
- binario da fonderia N-107
- biner. da lav. plastica . N-100
- (esag. quadri,tondi di) . M-60
- (fili e piatti di) M-59
- (lamiere e nastri di).... M-62
- al piombo N-102
- speciale da fonderia N-107
- spec. da lav. plastica .. N-103

P

Parabola (area della) B-11
Paraboloide (sup.e vol.del) B-16
Parallelepipedo(sup.vol.) . B-15
Parallelogramma (area del) B-10
Paranchi E-14
Pattini scorrim. lineare .. I-108
Pendolo E-10
Peraluman (lega all. fond.) N-88
- (lega da lav. plastica) . N-81
Perfluoroelastomero Kalrez N-138
Perni (attrito nei) E-20
- elastici H-67
- con e senza testa G-91
Perspex (metacrilico)..... N-142
Pezzi fusi (norme tecniche) F-57
Piastre di titanio M-58
Piastrine per carpenteria . G-10
Piatti (acciaio laminato).. M-12
- di alluminio M-64
- di ottone e di rame M-59
Piombo N-118
Piramide (volume della) ... B-15
Plotter HP Designjet 200 .. A-3
- HP Draf Master A-4
Poliacetalico (Ertacetal) . N-132
Poliammidico (Ertalon) N-130
Policarbonato (Axxis) N-143
Polietilenico (Ertalene) .. N-134
- (Ertalite) N-133
Poligono di n lati (area) . B-12
Potenza (lavoro e) E-8
Potenze B-35
- decimali B-36
Potenziale (energia) E-8
Potere calorifico C-17
Prescrizioni tecn.dei dadi. G-43
- tecn. rivestimenti G-44
- tecn. delle viti G-42
Principi fondam. attr.toll. L-43
Prodotti acc. barre traf. . M-3
- gomma (tolleranze dei) .. L-48
Prisma (volume del) B-15
- triangolare (volume del). B-15
Prismi e prismaticità G-133
Profilati di acciaio HE ... M-44
- di acciaio IPE M-43
- di acciaio IPN M-42
- di acciaio L M-47
- di acciaio T M-49
- di acciaio UPN M-46
- di acc.cavi form. a caldo M-54
- di acc. form. a freddo .. M-52
- di acc.cavi form.a freddo M-53
- di acc. a spigoli vivi .. M-50

Profilati di anticorodal .. M-66
Profili scanalati CUNA G-120
- scanalati ad evolvente .. G-113
- scanalati ad evolv. DIN . G-121
- scan. a fianchi paralleli G-112
- (quotatura e tolleranze). A-34
- STUB G-120
Progettazione meccanica ... A-60
- con l'acciaio inox A-66
Progetto di accelerometro . A-65
- di codificatore A-64
- di datore di moto armon.. A-61
Proiezioni assonometriche . A-13
- (metodo di) A-8
- ortogonali A-9
- prospettiche A-15
Proporzione (rapporto e) .. B-34
Proporzioni geometriche ... B-38
Proprietà mecc. dei mater. F-2
Prospetto prod. acc. traf. M-2
Prove di durezza materiali N-14
- di piegamento materiali . N-16
- di resilienza materiali . N-16
- di trazione materiali ... N-13
Pulegge dentate Mini Pitch. E-40
- dentate Power Grip E-43
- dentate Poly Chain E-59
- dentate HTD E-56
Punte ad elica (impiego) .. G-131
Punto di snerv. materiali . F-2

Q

Quadrato (area del) B-10
Quadratura del circolo B-41
Quadri di acc. laminato ... M-12
- di acciaio trafilati M-3
- di alluminio trafilati .. M-64
- di rame e sue leghe M-61
Quadrilatero (area del) ... B-10
- inscritto (area del) B-10
Quantità di calore C-17
Quotatura (convenzione di) A-27
- (linee di) A-25
- in coordinate A-54
- di pezzi non rigidi L-31
Quote sui disegni A-25

R

Radici B-35
Raggio d'inerzia F-7
Rame (fili e piatti traf.) M-59
- (tondi,esag.,quadri traf) M-60
- (lamiere e nastri lam.) . M-62
- (tubi senza saldatura) .. M-63
- legato da lav. plastica . N-93
Rame non leg.da lav. plast. N-92
- e sue leghe (prospetto) . N-76
Rapporti d'ingr. e trasm. . D-5
Rapporto di Poisson F-2
- e proporzioni E-34
Rappresentaz. conv. disegni A-20
- conv. delle filettature . A-22
- conv. fori da centro A-47
- conv. delle guarnizioni per applicazioni dinam. . A-51
- conv. delle molle A-48
- degli ingranaggi A-49
- degli alberi scanalati .. A-46
- delle viti A-47
Reciproco di un numero B-36
Recisione (resist. alla) .. F-14
Relazione forma sollecitaz. F-49
- lavoro energia E-8
- moto lineare angolare ... E-5
Renard (numeri di) B-42
Rendimento di un meccanismo E-17
Resilienza (prove di) N-16
Resina elastica N-136
- fluorocarbonica N-127
Resistenza di attrito E-17
- di compr.e estens. mater. F-5
- a fatica di org. mecc. .. F-49
- a flessione materiali ... F-6
- delle lastre F-17
- (modulo di) F-7
- dei recip. e dei tubi ... F-17
- alla recisione F-14
- a torsione F-12
- allo snervam. del mater. F-2
Rettangolo (area del) B-10
Ribattini G-93
- cavi in due parti G-94
- a testa cilindrica G-94
Ricerca interasse trasmiss. E-66
Riduttore a sfere E-24
Riduttori Motox H-71
- a ingranaggi FACE D-21
Riferimento (linee di) A-23
Risoluzione dei triangoli . B-8
Ritiro mater. (coeff.di) .. C-14
Rivestimenti viti e dadi .. G-44
- di Ni,Cr,Ag,Au N-119
- di Ni-Cr,Zn,Cd N-120
- di Ni-Cr su rame..... N-124
- di conversione fosfatati. N-124
- di stagno su metallo N-124
- di conversione di crom. . N-120
- di Zn a caldo N-121
- di Zn o Al a spruzzo N-121
- di Cu-NiCr e Ni su minut. N-122
- di ossidazione anodica .. N-123
- di cromataz. e fosfocrom. N-123

Rivestimenti Cu,Sn,ann.col. N-124
Rivetti autofilettanti G-100
- filettati e stagni G-102
- gambo esagonale G-103
- a strappo G-101
Rombo (area del) B-10
Rosette elastiche coniche . G-71
- elast. curve e ondulate . G-70
- elastiche spaccate G-69
- elastiche dentate G-68
- a foro quadro G-67
- di materiali plastici ... G-31
- per perni e ribattini ... G-67
- e piastrine di sicurezza G-72
- per viti e bulloni G-66
Rugosità delle superficie . L-55
- (indicazioni delle) L-58
Rulli e rullini per cusc. . I-40
Rullini (cuscinetti a) I-49
Rullo caricato di un corpo E-19
- su un piano inclinato ... E-20
Ruote dentate (simboli) ... D-2
- dentate "Vaucanson" E-79
- dentate ad impronte E-75
- libere H-24
- di precis. per controllo H-92

S

Saldature A-40
- (leghe per) N-115
Scale dimensionali A-5
- termodinamiche C-20
Scanalati cilindr. parall. G-112
- CUNA G-120
- ad evolvente G-113
- ad evolvente DIN G-121
- (rappr. conv. degli) A-46
- STUB G-120
Scritture sui disegni A-53
Sedi coniche per viti G-12
Segmenti lamellari H-40
- lamellari doppi H-41
Segmento circ.(area del) .. B-11
- circolare (dati del) B-13
- di cor.circ. (area del) . B-11
- di parabola (area del) .. B-11
- circ. a due basi (area) . B-11
- sferico (volume del) B-16
Semilavorati acc. inox M-17
- di titanio M-58
Sensibilità all'intaglio .. F-49
Serie dimens. cuscinetti .. I-2
Settore circ. (area del) .. B-11
- sferico (sup.e vol.del) . B-16
Sezione circ. in una fig. . B-44
- dei disegni A-10
Sfera (sup. e vol. della) . B-16
- cava (sup. e vol. della) B-16
Sfere per cuscinetti I-40
- portanti H-65
Sicurezza (carichi di) F-3
Silicone (elastomero) N-137
Silumin (lega all. getti) . N-88
Simboli delle ruote dentate D-2
Sistema S I B-26
- S I (conversioni) B-25
- di quotatura A-25
Sistemi di scorrimento H-29
Slitte a sfere e a rulli .. H-93
- lineari "Rollon" H-84
Snervamento mat.(punto di). F-2
- (resistenza allo) F-2
Solidi caricati di punta .. F-16
- (condutt. termica dei) .. C-15
Solidificazione (temp. di). C-12
Sollecitazioni composte ... F-14
- concentrate su org. mecc. F-50
- concentrate sulle viti .. F-53
- finali sui materiali F-2
- sui raggi di raccordo ... F-55
- semplici sui materiali .. F-2
- sulle travi solide F-11
Spazio min manovra chiavi . G-135
Spine cilindriche G-88
- e chiodi ad intagli G-89
- coniche G-86
- elastiche G-90
- a espansione H-9
- a spirale G-90
Stampante laser A-3
- HP Deskjet 500C A-4
- HP Deskjet 320 ..... A-4
Stati fisici(al.lav.plast.) N-87
Strumenti (cuscinetti per) I-66
Strutture di carpenteria .. A-35
Superficie corpi solidi ... B-15
- irregolare (area di una). B-11
- (indicaz. stato delle) .. L-55
Superadesivi epossidici ... H-47
Supporti per buss. a sfere I-100
- per cuscinetti radiali .. I-39
- registrabili I-102
- a rulli concavi I-105

T

Tappi filettati conici G-36
Tavole di posizionamento .. H-107
- di posiz. quadro H-108
- di precisione H-109
Tecnoplastici (lavoraz.dei) N-135
Temperatura dell'acqua C-16
- di fusione e solidificaz. C-12

Tenute meccaniche Cikaro .. H-61
Termofond (lega all. getti) N-88
Timpano (area del) B-11
Tino a basi ellitt.(volume) B-16
Tipi di linee A-6
Tiranti a cerniera G-40
Titanio da lavor. plastica N-110
Tolleranze dimension. ISO . L-2
- per alberi L-8
- per bulloneria L-13
- (calibri di prova per) .. L-14
- per fori L-10
- generali dimensionali ... L-15
- lam. e nastri alluminio . M-65
- pezzi non rigidi L-31
- prodotti di gomma L-48
- raccomandate da ISO L-5
- (selezione di) L-7
- (selezioni estere di) ... L-6
- (simboli delle) L-3
- (valori fondam. delle) .. L-4
Tolleranze geometriche L-20
- di circol. e cilindric. . L-25
- C M M L-33
- di concentr. e simmetria L-28
- (elementi di riferim.) .. L-23
- (esempi di indicazione) . L-30
- geom. (localizzazione) .. L-42
- di oscillaz. circolare .. L-28
- di oscillazione totale .. L-29
- di parallelismo L-25
- di perpend. e inclinaz. . L-26
- (principi attribuzione).. L-41
- di profilati e barre M-51
- di rettilin. e planarità L-24
- (riferimenti di) L-38
- (segni grafici delle) ... L-21
- dei profili A-34
- zone di tolleranza L-22
- (sistema per getti) L-46
Tolleranze di conicità L-49
- dei cuscinetti volventi . I-8
- dei cuscinetti miniatura I-75
- dei cuscinetti a rullini I-52
- dei cuscinetti sottili .. I-85
- (indic.sui disegni delle) A-30
- di lamiere e nastri M-31
- delle lam. min spess. .. M-33
Tondi acc. per cem. armato M-13
- acc. inox per cem. armato N-49
- acciaio laminato M-12
- acciaio per molle M-11
- acciaio speciale M-13
- di alluminio M-64
- di rame e sue leghe M-59
Torsione (angolo di) F-13
- (barre di) F-42
Torsione (molle di) F-40
- (resistenza a) F-14
Trapezio (area del) B-10
Trasformazione del moto ... E-26
Trasmissione (rapporto di). D-5
- (ricerca interasse) E-66
- (sforzi da) D-82
Tratteggi nei disegni A-52
- norme ANSI G-142
Travi acciaio HE M-44
- acciaio IPE M-43
- acciaio IPN M-42
- acciaio UPN M-46
- (carico sulle) F-9
- (sollecitazioni sulle) .. F-11
Trazione (calc. molle di) . F-24
- (prova di) N-13
Treni planetari D-74
Triangoli (area dei) B-10
- rettangoli (soluz. dei) . B-8
- obliquangoli (soluz. dei) B-9
Trigonometria (funz. di) .. B-7
Tronco di cono (valori del) B-9
- di cono (volume del)..... B-15
- di piramide (volume del). B-15
Tubi acc.(curve da sald.) . M-40
- per fluidi M-38
- per filett. a gas M-41
- (fori passanti per) G-55
- di acciaio inox M-35
- di acciaio non legato ... M-37
- lisci acc. legato e non . M-35
- di precisione M-36
- per uso generico M-38
- profilati a freddo M-53
- profilati saldati M-35
- profilati quadri M-53
- profilati rettangolari .. M-53
- di anticorodal M-67
- di rame M-63
- (resistenza dei) F-17
- saldati di titanio M-57
- non saldati di titanio .. M-57

U

U (profilati a freddo) M-52
Unghia cilindr. (superf.) . B-16
Unità angolari(equiv.delle) B-18
- di guida lin. Flex Link . H-111
- di guida industriali H-114
- di misura SI B-26
- di serraggio RfN H-38
Utensili (acciaio per) N-42
- (angoli composti per) ... G-134
- (attacchi per) G-129
- controllo di qualità H-100

Utensili per lav. tecnopl.. N-135

V

Vapori (massa volum. dei).. C-11
Valori dell'evolvente E-67
Variatori oleodinamici H-70
Variazione veloc. angolare H-11
Velocità (moto acceleraz.). E-3
Vergella di acc. speciale . M-13
- di acc. da trafilatura .. M-15
- e tondi per chiodi G-98
Verricello E-15
Vite (calc. elica della) .. E-15
Viti di acciaio inox G-15
- acc. inox (prescr.tecn.). G-16
- autofilettanti G-21
- autof. per mat. plastiche G-29
- autoformanti G-25
- autof. per mat. plast. .. G-27
- autoperforanti G-23
- per carpenteria G-10
- con collarino G-19
- conduttrici antigioco ... H-99
- per meccanica fine G-3
- di poliammide G-31
- prigioniere G-20
- con quadro sottotesta ... G-8
- a ricircolaz. di rulli .. H-106
- a ric.di sfere (carichi). I-110
- a ric.di sfere "Rotax" .. I-109
- a ric.di sfere SKF H-103
- a rulli satelliti H-105
- senza testa,esag. incass. G-5
- senza testa,con intaglio G-5
- di spallamento G-19
- testa ad alette e zigr. . G-18
- testa a bottone G-19
- testa esag. Cat. A G-6
- testa esag. Cat. C G-7
- testa esagono incassato . G-4
Viti a testa flangiata G-9
- a testa forata G-18
- a testa con intaglio G-2
- a testa con nasello G-8
- a testa quadra Cat. C ... G-7
- a testa quadra ridotta .. G-17
- testa quadra ridottissima G-17
Viti - Bulloni - Dadi
- (altezza testa) G-11
- (gole di scarico) G-13
- (distanza spallamento) .. G-13
- (estremità delle) G-12
- (largh. in chiave dei) .. G-11
- (lungh. gambo filettato). G-11
- (prescriz. tecniche) G-42
- (rappres. convenzionale). A-47
Viton (fluoroelastomero) .. N-139
- (copolimero) N-137
Volano (calcolo del) E-9
Volantini di manovra G-139
Volume dell'acqua C-16
- di un serbatoio cilindr. B-12
Volumi dei corpi solidi ... B-15
Vulkollan (resina elastica) N-136

W

Whitworth (filettatura) ... G-53

Z

Z (profilati di acc. a) ... M-50
Zerol (ingranaggi) D-67
Zigrinature A-52
Zinco (lamiere di) M-68
- (laminati di) M-68
- (lega da fonderia di) ... N-116
- (lega sp. da fond. di) .. N-117
- (nastri di) M-68
Zoccoli antivibranti H-66
Zona sferica (volume della) B-16

ERRATA CORRIGE

Pag.	Col.	riga	errata	corrige
XV	4	15 ↓	3363-53	3353-53
XVI	2	34-44 ↓	G-21	G-20
A-11	1	2 ↑	(tipo E) (Fig. 6)	(tipo G) (Fig. 6)
B-27	1	20 ↑	1 barn = $10^{-23} m^2$	1 barn = $10^{-28} m^2$
C-15	1	4 ↓	1 ora	1 s
C-16	2	19 ↑	Ettano	Eptano
D-9	2	1 ↑	UNI 7890	UNI 7880
F-15	2	17 ↑	Mf = pl : 8 = 2800	Mf = pl : 8 = 28000
G-63	1	5 ↑	6/16	7/16
G-63	1	13 ↑	4(,125)	5(,125)
G-64	2	10 ↑	UNF e NEF	UNEF e NEF
H-74	-	1 ↓	Rimassa Via Cecchi 13 Genova	Rarimport S.r.l. Via Ruspoli 86/R 18129 Genova 010/581323 Fx 010/5662261
H-102	-	1 ↑	Via F. Busono	Via F. Busoni
I-90	-	1 ↓	R.A.Rodriguez Italia Via M. Greppi 5 Milano	MAGI Srl Via M. Ammiano 3 20137 Milano 02/55194708 Fax 02/55194513

Adolfo FRIIO
Manuale pratico per il tubista industriale
Pagine VIII e 44 tavole pratiche

Giuseppe GROSSI
Atlante pratico per tubisti, tracciatori, tecnici, 2ª edizione
Pagine XII-156, con 27 figure nel testo e 482 figure in 134 tavole

Ferdinando MASSERO
Disegno di macchine, 11ª edizione
Pagine XXIV-788, con 1059 figure e 291 tabelle

Ferdinando MASSERO
Manuale pratico per l'aggiustatore meccanico, 16ª edizione
Pagine XVI-528, con 358 figure e 150 tabelle

Ferdinando MASSERO
Manuale pratico per l'operaio tornitore e fresatore, 26ª edizione
Pagine XX-684, con 360 figure, 190 tabelle

Ferdinando MASSERO
Il tecnico d'officina, 12ª edizione
Pagine XX-580, con 235 figure e 175 tabelle

Bartolo PACETTI
Corso di disegno meccanico, 5ª edizione
Pagine XII-436, con 714 figure originali e 159 tabelle

Emilio RINALDI
500 problemi risolti di meccanica generale, 9ª edizione
Pagine X-602, con 199 figure e 25 tabelle

R. ROSSI
Il manuale del disegnatore, 4ª edizione
Pagine XXII-634, con 1600 figure e 275 tabelle

Mario SPELUZZI e Mario TESSAROTTO
Disegno di macchine, 3ª edizione
Pagine XII-912, con 977 figure, 225 figure nel testo e 46 figure fuori testo

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

L. 60 000